

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA ENERGETIKY

**Návrh využití a zpracování biologicky
rozložitelného komunálního odpadu
z domácnosti ve vybrané lokalitě**

Proposal of Utilization and Processing of
Biodegradable Municipal Waste from Household
in the Chosen Locality

Student:

Adam Továrek

Osobní číslo:

TOV0013

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Veronika Sassmanová, Ph.D.

Ostrava 2020

Zadání bakalářské práce

Student:

Adam Továrek

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

3904R016 Technika tvorby a ochrany životního prostředí

Téma:

Návrh využití a zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu z domácnosti ve vybrané lokalitě
Proposal of Utilization and Processing of Biodegradable Municipal Waste from Household in the Chosen Locality

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Zpracujte literární rešerši k dané problematice z dostupné tuzemské i zahraniční literatury.

Popište legislativu ČR a EU v oblasti nakládání s odpady resp. s BRKO.

Charakterizujte vybranou lokalitu a vyhodnoťte současný stav nakládání s BRKO.

Na základě Vámi zvoleného experimentálního postupu a vybraného hodnotícího parametru navrhnete vhodné řešení využití a zpracování BRKO v dané lokalitě.

V případě možnosti zhodnoťte Vaše navrhované řešení z hlediska ekonomického, environmentálního nebo energetického.

Seznam doporučené odborné literatury:

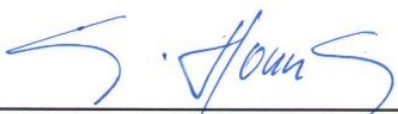
1. KALOGIROU, Efstratios N. Waste-to-Energy Technologies and Global Applications. Boca Raton, FL: CRC Press, p. 244, 2018. ISBN 978-1-138-03520-1.
2. EVANS, Gareth. Biowaste and Biological Waste Treatment. Earthscan, pp. 194, 2001. ISBN 1-902916-08-5.
3. KRENÍKOVÁ, Věra. Odpady a druhotné suroviny I. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 227 s., 2014. ISBN 978-80-7414-869-9.
4. Odborné publikace dostupné na WWW: <<https://biom.cz/>>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Veronika Sassmanová, Ph.D.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020


doc. Ing. Stanislav Honus, Ph.D.
vedoucí katedry

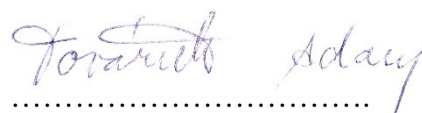



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

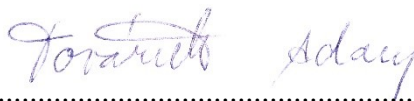
V Ostravě dne 18. května 2020.


.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020.


.....
Podpis studenta

Anotace

TOVÁREK, A. *Návrh využití a zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu z domácnosti ve vybrané lokalitě: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2020, 91 s. Vedoucí práce: SASSMANOVÁ, V.

Bakalářská práce se dělí na dvě hlavní části. Teoretická část se především zabývá popisem a problematikou biologicky rozložitelného komunálního odpadu, možnostmi jeho zpracování a využití. V praktické části této bakalářské práce je pozornost věnována návrhu využití a zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu z domácnosti ve vybrané lokalitě. Součástí práce je také zjištění reálné produkce kuchyňského odpadu z vybraných domácností v dané lokalitě a jeho skladby.

TOVÁREK, A. *Proposal of Utilization and Processing of Biodegradable Municipal Waste from Household in the Chosen Locality: Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering, 2020, 91 p. Head of the thesis: SASSMANOVÁ, V.

Bachelor thesis is divided in two main parts. Theoretical part, which primarily deals with description and problematics of biodegradable municipal waste, then options of treatment and utilization. Second part of bachelor thesis is called practical. It is mainly devoted to the proposal of utilization and processing of biodegradable municipal waste from household in the chosen locality. Then ascertainment real production of household waste from the chosen household in given locality and its composition.

Seznam použitých zkratk a veličin

Zkratka	Význam
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	Biologicky rozložitelný odpad
NO	Nebezpečný odpad
ŽP	Životní prostředí
OH	Odpadové hospodářství
POH	Plán odpadového hospodářství
SMP	Statutární Město Prostějov
SKO	Směsný komunální odpad
pH	Vodíkový exponent
MBÚ	Mechanicko–biologická úprava
MÚ	Mechanická úprava odpadů
KO	Komunální odpad
OZO	Odvoz a zpracování odpadů
CH ₄	Metan
CO ₂	Oxid uhličitý
C	Uhlík
O ₂	Kyslík
H ₂	vodík
H ₂ O	Voda
S	Síra
SO ₂	Oxid siřičitý
CO	Oxid uhelnatý
ČOV	Čistička odpadních vod
BPS	Bioplynová stanice
S–IO	Skládka pro inertní odpady
S–OO	Skládka pro ostatní odpady
S–NO	Skládka pro nebezpečné odpady
PCB	Polychlorovaný bifenyl
SAKO	Spalovna a komunální odpady
ZEVO	Zařízení pro energetické využití odpadů

Značka	Veličina	Jednotka
<i>P</i>	Výkon	W
<i>A</i>	Práce	J

Obsah

Seznam použitých zkratk a veličin	6
1 Úvod.....	9
2 Legislativa ČR a EU v oblasti odpadového hospodářství.....	10
2.1 Historický kontext ve vývoji legislativy v rámci ČR	10
2.2 Legislativa EU	10
2.3 Legislativa České republiky.....	11
2.3.1 Plán odpadového hospodářství statutárního města Prostějov.....	13
3 Charakteristika a specifikace BRKO	14
3.1 Způsoby sběru a separace BRKO	17
3.2 Mechanicko – fyzikální úpravy BRKO	19
3.3 Produkce BRKO	21
3.4 Způsoby nakládání a zpracování BRKO	22
3.5 Kompostování.....	23
3.5.1 Anaerobní digesce	28
3.5.2 Skládkování	33
3.5.3 Termochemické procesy.....	35
4 Postup řešení bakalářské práce.....	42
4.1 Výběr a charakteristika zvolené lokality	42
4.2 Vyhodnocení dotazníku	43
4.2.1 Příprava vlastní podoby dotazníku	43
4.2.2 Popis způsobu sběru dat	44
4.2.3 Vyhodnocení získaných dat.....	45
4.2.4 Výsledné zhodnocení.....	51
4.3 Současný stav nakládání s odpady v obci Laškov, konkrétně s BRKO	53
5 Zjištění reálné produkce kuchyňského odpadu z vybraných domácností v dané lokalitě	56
5.1 Skladba kuchyňského odpadu.....	62
5.1.1 Srovnání produkce BRKO v roce 2019 a 2020 u Vzorku 1	67
5.2 Návrh využití kuchyňských odpadů v obci Laškov.....	73

6	Závěr	78
7	Seznam použité literatury	80
	Seznam obrázků	85
	Seznam tabulek	86
	Přílohy	87
	Poděkování	91

1 Úvod

Směsný komunální odpad je součástí života každého z nás. Biologicky rozložitelný komunální odpad je jeho součástí, a tvoří přibližně 50 % z celkového množství SKO. Problematika s nakládáním tohoto druhu odpadu tkví v jeho neustálém ukládání na skládky. Pokud si chceme zachovat zdravé životní prostředí, je nutné se této problematice věnovat. Evropská unie pro své státy vydala směrnici zákona o skládkování, ve které je jeden z hlavních úmyslů snižování maximálního množství BRKO ukládaného na skládky tak, aby podíl této složky v roce 2020 činil nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství BRKO vyprodukovaného v roce 1995. Daří se to ale plnit?

Jelikož jsem studentem Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava se sídlem právě v této oblasti, nechte mě uvést příklad. Statutární město Ostrava a okolní vybrané obce spadají, co se týče nakládání se SKO pod firmu OZO Ostrava, s.r.o.. Denně tato společnost naveze k uskladnění na skládku v Ostravě Hrušově 250 tun tohoto odpadu. Za rok se tato produkce pohybuje okolo 92 tisíc tun odpadu. Pokud bychom měli docílit našeho slibu, pak pouze na této skládce bychom museli omezit za rok uskladnění o skoro 14 tisíc tun. V přepočtu na jednoho obyvatele celková produkce odpadů v roce 2018 činila 351 kg. Z toho 57 kg tvořily vytríděné složky, zbylých 294 kg tvořil ostatní odpad. Vezmeme-li všechna čísla pro splnění plánu v úvahu v přepočtu na počet obyvatel Ostravy, pak skoro 17 % obyvatel (1/6 z celé Ostravy) by nemohlo tvořit odpad. Je tedy patrné, že splnění cílů Evropské unie je v nedohlednu.

V této bakalářské práci byla pozornost věnována produkci BRKO ve zvolené lokalitě, konkrétně pak v obci Laškov. Byla zjištěna produkce a skladba tohoto odpadu. Dále pak byla pozornost soustředěna na zjištění plnění podmínek a cílů daných směrnicí Evropské Unie.

Nejpodstatnější částí této práce byl návrh na zpracování a využití tohoto odpadu, s cílem co největšího možného snížení uložení BRKO na skládku za co nejpříjatelnějších podmínek.

*Pozn.: Všechny úvahy a záměry v úvodu uvedeny jsou vztaženy pouze k roku 2018 a k celkové produkci, nikoliv k produkci v roce 2015.

2 Legislativa ČR a EU v oblasti odpadového hospodářství

Legislativa v oblasti odpadů je jeden z hlavních pilířů pro efektivní nakládání s odpady. Po úspěšném prosazení legislativních změn koncem 80. let 19. století došlo k postupnému zpoplatnění ukládání odpadů, následnému zákazu ukládání nebezpečných odpadů na skládky, k většímu zpřísnění přeshraničního cestování odpadů, souhlasu k přijetí evropského katalogu odpadů a schválení Plánu odpadového hospodářství ČR. Dále došlo k významnému pokroku technologií a vzrostlo uvědomění lidstva ohledně životního prostředí. Též vznikla obecná pravidla pro nakládání s odpady a došlo k stupňovitému sjednocení právního řádu České republiky s právem Evropské unie. [1]

2.1 Historický kontext ve vývoji legislativy v rámci ČR

První právní předpis, který oblast odpadového hospodářství souhrnně upravoval, byl v ČR zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech. Do jeho vzniku neexistovala žádná obecná právní úprava v oddílu odpadů. Nejčastěji bylo usměrňováno zajišťováno místními vyhláškami. Prvotní zákon o odpadech v ČR obsahoval velké nedokonalosti. Z tohoto důvodu byl zákon změněn a nahrazen zákonem č. 37/2000 Sb., o odpadech. Tento zákon s sebou přinesl řadu vyhlášek. Mezi nejdůležitější patřily:

- Vyhláška MŽP č. 337/1997 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů.
- Vyhláška MŽP č. 338/97 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
- Vyhláška MŽP č. 339/97 Sb. O hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

Ani jedna z těchto novel zákona a vyhlášek o odpadech nesplňovala požadavky Evropské unie, tudíž ČR byla nucena si se vstupem do EU vyžádat implementaci normativních právních aktů, a to jak do právního řádu, tak do oblasti odpadového hospodářství. Pro pochopení nynější legislativy odpadů je prvotní znát základní dokumenty a směrnice EU. [3]

2.2 Legislativa EU

Jednou z hlavních priorit politiky Evropské unie je ochrana životního prostředí. Základní směrnice vydaná EU je Rámcová směrnice o odpadech 2008/98/ES (75/442/ES). Tato nová směrnice o odpadech z června 2008 přináší nový a detailnější pohled na nakládání s odpady a nové specifikace než původní směrnice z roku 1975. [3] Další důležitá směrnice v oblasti biologicky rozložitelného komunálního odpadu (dále již BRKO) je Směrnice Rady 99/31/EC o skládkování odpadů.

Změny ve směrnici o skládkování odpadů se týkají zejména:

- Změn v oblasti definic základních pojmů.
- Omezení skládkování komunálních odpadů.
- Navýšení lhůty pro vybrané členské státy týkající se omezení skládkování odpadů.
- Přezkoumání cíle pro omezení skládkování a dalšího stanovení nových cílů pro omezení dalších druhů odpadů na skládkách.
- Zavedení nového systému pro včasné varování při problémech plnění cílů.
- Změny v oblasti reportingu ze strany členských zemí. [4]

Ve výše zmiňované Směrnice Rady 99/31/EC o skládkování odpadů jsou uceleny tři hlavní úmysly, a to:

- Snížení ukládání biologicky rozložitelného odpadu na skládky a zákaz skládkování určitých druhů odpadů.
- Podrobněji „Snížit maximální množství BRKO ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky činil v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství BRKO vyprodukovaných v roce 1995.“
- Zajistit nepřijímání jakéhokoliv vhodného odpadu k recyklaci nebo jinému využití, zejména komunálního odpadu, s výjimkou odpadu, u něhož skládkování vede z hlediska životního prostředí k perfektnímu výsledku v souladu s článkem 4 směrnice 2008/98/ES. [2]

Další podstatná novela zákona o odpadech č. 229/2014 Sb., vzešla v platnost 1. dubna 2015 a ukládá obcím povinnost shromažďování BRKO. Pro účely separovaného sběru lze využívat sběrné dvory, velkoobjemové kontejnery, sběrné nádoby nebo pytlový sběr. Dále podle zákona je možno využívat „zařízení podle § 14 odst. 1 zákona o odpadech (doslova „zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupu odpadů“, stručně a srozumitelně řečeno: skládky) a v případě biologicky rozložitelných komunálních odpadů také takzvaná malá zařízení podle § 33b zákona o odpadech (malé kompostárny).“ [7]

2.3 Legislativa České republiky

Oblast odpadového hospodářství je relativně mladá, ale rychle se rozvíjející. Odpadovým hospodářství se průmyslově a ekonomicky dobře vyspělé země začaly zabývat teprve v posledních 20–30 letech. V ČR byl zaveden první zákon o odpadech v roce 1991.

Před vznikem zákona o nakládání s odpady v ČR nebyla v rámci legislativy tato oblast nijak kontrolována ani řízena.

První zákon, který byl uveden v platnost, byl schválen v roce 1991. Jednalo se o zákon č. 238/1991 Sb. o odpadech a také o zákon č. 311/1991 Sb. o státní správě odpadového hospodářství.

Nejdůležitějším zákonem v oblasti odpadového hospodářství se stal zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Jedná se o ucelený a rozsáhlý dokument, který stanovuje hierarchii nakládání s odpady, environmentálně bezpečné nakládání s nebezpečnými odpady (dále již NO), recyklaci a řízené odstraňování baterií a akumulátorů, legislativa v oblasti ojetých automobilů a také připravuje opatření, postupy a návody k omezení negativních účinků na ŽP a s tím spojená rizika pro lidské zdraví plynoucí ze skládkování odpadů. Tento dokument byl v roce 2010 novelizován jako zákon č. 154/2010 Sb., od té doby uplynulo již deset let, ale k další novelizaci doposud nedošlo. [1]

Součástí legislativy v oblasti odpadového hospodářství ČR existuje také mnoho platných vyhlášek a nařízení, které jsou souhrnně shrnuty dále.

Platné zákony:

- 185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých zákonů.
- 477/2001 Sb. Zákon o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech).

Platná nařízení z oblasti OH v ČR:

- 111/2002 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů.
- 352/2014 Sb. Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024.

Platné vyhlášky v oblasti OH v ČR týkající se zejména BRKO:

- 93/2016 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů.
- 294/2005 Sb. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
- 341/2008 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s BRKO a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s BRKO).
- 383/2001 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady. [2]

2.3.1 Plán odpadového hospodářství statutárního města Prostějov

Pro moji praktickou část bakalářské práce jsem si vybral obec, která spadá pod SMP. Proto všechny informace o POH se budou týkat města Prostějov.

POH Statutárního Města Prostějov je zpracován pro období 2017–2023. Plán se zpracovává podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů za účelem stanovení cílů a jejich dosažení. Plán je plně v souladu s cíli stanovenými v POH ČR.

Je to plánovací dokument pro OH města, který vychází ze základních strategických cílů. [5]

Plán představuje do budoucna strategii určující základní směr v nakládání s odpady. V zájmu splnění jsou tyhle 4 strategické cíle:

- Cíl 1: Předcházení vzniku odpadů a snižování měrné produkce odpadů
- Cíl 2: Minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a ŽP
- Cíl 3: Udržitelný rozvoj společnosti a přiblížení se k evropské tzv. recyklační společnosti
- Cíl 4: Maximální využívání odpadů jako náhrady hlavních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství [41]

Hlavní cíl a zásady týkající se BRKO:

- Hlavní cíl má na starosti snížení maximálního množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky byl v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství BRKO vyprodukovaných v roce 1995.

Zásady:

- V obcích povinně zavést systém odděleného sběru BRO a nakládání s nimi, minimálně pro BRO rostlinného původu.
- Podporovat a rozvíjet systém sběru BRKO.
- Podporovat maximální využívání BRO a produktu z jejich zpracování.
- Podporovat budování a vývoj infrastruktury nutné k zabezpečení využití BRO. [41]

Cíle SMP týkající se BRKO:

- **Cíl č. 7:** Zavedení a/nebo rozšíření odděleného sběru biologicky rozložitelných odpadů v obcích.

- **Cíl č. 8:** Rozvoj infrastruktury k zajištění využití biologicky rozložitelných odpadů.
- **Cíl č. 9:** Snížit maximální množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky činil v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů vyprodukovaných v roce 1995. [5]

3 Charakteristika a specifikace BRKO

Podle zákona 185/2001 Sb., je biologicky rozložitelný odpad jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Především „odpad ze zahrad a veřejné zeleně, potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích nebo maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu.“ [2]

BRO jsou v komunálním odpadu množstevně významnou skupinou a způsob nakládání s těmito odpady může kladně nebo záporně ovlivnit základní složky životního prostředí. Větší část je předem určena k látkovému nebo materiálovému využití. [42]

Podíl BRKO ve směsném komunálním odpadu (SKO) se v dnešní době pohybuje kolem 42 %, některé literární zdroje uvádění dokonce až 50 %.

Bioodpad jako takový je většinou neškodnou směsí rozložitelných látek, ale smíchávání s ostatními druhy odpadů přispívá ke zvýšení škodlivých a neovladatelných reakcí na skládkách i ve spalovnách.

Při spalování bioodpadu vznikají dioxiny. Je to z důvodu vysoké vlhkosti a obsahu soli (chlóru) ve vstupní surovině tohoto druhu odpadu. Podle EU látky, které podléhají hnilobě, jsou druhým nejvýznamnějším zdrojem chlóru (okolo 17 %) v komunálních odpadech. A to nepočítáme papír (obsahují dalších 10 % chlóru).

Spalováním dochází k vytvoření vysoce agresivní kyseliny chlorovodíkové, chlorovaných uhlovodíků, dioxinů a furanů. Z tohoto tvrzení plyne, že je velice důležité, aby se předcházelo vzniku BRKO, popř. aby se správně separoval a správně se s ním nakládalo. [32]

Bioodpady můžeme rozdělit na:

a) BRO – biologicky rozložitelné odpady

Biologicky rozložitelný odpad je jakýkoli odpad, který podléhá anaerobnímu či aerobnímu rozkladu mikroorganismy. (např. papír, potraviny, odpad ze zeleně)

b) BRKO – biologicky rozložitelné komunální odpady

Biologicky rozložitelný komunální odpad je BRKO obsažený v komunálním odpadu a v odpadu, který je podobný komunálnímu.

Dle Vyhlášky 93/2016 Sb. slouží k určení a bližší specifikaci konkrétního druhu BRKO tzv. Katalogu odpadů. Všechny odpady nejen ty biologicky rozložitelné jsou označovány a charakterizovány na základě šestimístního číselného kódu.

V následující tabulce č. 3.1 je znázorněno zařazení některých druhů BRKO skupin a jejich základních kategorií na základě specifického číselného kódu, pod který je konkrétní druh odpadu zařazen. Obrázek slouží jen pro názornou ukázkou, v celkovém součtu je přehled biologicky rozložitelných odpadů obsáhlejší.

Tabulka č. 3.1: Přehled některých druhů BRKO dle Katalogu odpadů [2]

Kód odpadu	Druh odpadu
02	Odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, lesnictví, myslivosti a z výroby a zpracování potravin
02 01	Odpady ze zemědělství, zahradnictví, lesnictví, myslivosti a rybářství
02 03	Ostatní komunální odpady
03 03	Odpady z výroby a zpracování celulózy, papíru a lepenky
17 02 01	Dřevo
19	Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu
20	Komunální odpady
20 01	Složky z odděleného sběru
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 08	BRO z kuchyní a stravoven
20 01 25	Jedlý olej a tuk
20 02 01	BRO
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť

Dle Legislativy ČR se od 1. 1. 2015 nařizuje obcím zajistit místa, která budou určena pro specifické druhy BRKO odpadů. Obce jsou povinny zajistit místa pro BRKO rostlinného původu. Pro živočišný původ místa zajištěna být nemusí.

BRKO rostlinného původu, pro které je obec povinná zajistit místo, můžeme dělit podle jeho charakteru, druhu a vlastností:

Odpady katalogového čísla 20 02 01 – BRO (ze zahrad a parků)

- Ovoce a zelenina ze zahrad,
- květiny,
- plevel, tráva, drny s hlínou,
- košťály a celé rostliny, zbytky rostlin,
- listí,
- seno, štěpka, sláma,
- popel ze spalování dřeva,
- větve keřů i stromů.

Odpady katalogového čísla 20 01 08 – BRO z kuchyní a stravoven rostlinného původu (vytříděný kuchyňský odpad rostlinného původu, který nepřišel do styku se surovinami živočišného původu)

- zbytky z kuchyní jako ovoce a zelenina, slupky

Druhy odpadů, pro které obec není povinna zabezpečit místa sběru:

Obec není povinna zajistit místa pro odpady živočišného původu, tímto se myslí odpady, které obsahují nebo přišly do kontaktu s BRO živočišného původu z kuchyní a stravoven nebo s vedlejšími výrobky živočišného původu.

Pro BRKO živočišného původu není obec povinna zabezpečit místo sběru. Tyto odpady se dělí opět dle charakteru, druhu a vlastností:

Odpady katalogového čísla 20 01 08 – BRO z kuchyní a stravoven živočišného původu (kuchyňské odpady rostlinného původu, které přišly do kontaktu se surovinami živočišného původu např. se syrovým masem).

- Zbytky z kuchyní rostlinného původu, které zahrnují suroviny živočišného původu (jídla z masa, vajec, mléka).
- Zbytky z kuchyní živočišného původu (tuk, maso, kůže, kosti, atd.).

Odpady katalogového čísla 20 01 25 – Jedlý olej a tuk

- Zbytky z kuchyní jako oleje a rozpuštěné tuky.

Odpady katalogového čísla 02 01 06 – Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy), kapalně odpady, soustředěvané odděleně a zpracováváné mimo místo vzniku.

- Exkrementy zvířat, včetně podestýlky domácích zvířat [8]

3.1 Způsoby sběru a separace BRKO

BRKO svým rozpadem tvoří emisní zátěž v okolí svého zdroje. Podmínkou pro zajištění svozu BRKO je početní množství třídících občanů, objem separované složky a roční období. Odvozný systém sběru je nejvhodnější pro kuchyňský odpad. Pro sběr zeleně je vhodný sběr donáškový.

a) Sběr do bio-nádob

Bio-nádoby se přidělují dle typu zástavby. V rodinných domech a na venkově se předpokládá, že produkce bioodpadu bude největší. Naopak ve městech a v bytových zástavbách bude tvorba bioodpadu minimální. Několik měst v rozvojovém plánu bytové zástavby se nezapočítávají do zapojení sběru BRKO.

Frekvencovanost svozů BRKO je určena smluvně se svozovou společností. Většina zastupitelstev preferuje systém 2 – týdenního svážení. Začátek svážení začíná v dubnu a končí listopadem. Přes zimu je svoz zcela přerušen.

Jeden z hlavních faktorů při sběru BRKO je samotná bio-nádoba. K zavedení opakovanému sběru je podstatné zvolení kvalitního výrobce bio-nádob. Ne všechny bio-nádoby mají totožný systém cirkulace vzduchu, což je základem správně fungující bio-nádoby. [34]

Na následujícím obrázku č. 3.1, je uveden příklad kvalitní bio-nádoby s větracími rozetami. Nádoby mohou být o obsahu 120 nebo 240 litrů. Mají větrací rozety – vícero otvorů po bocích a permanentní odvětrávání mezi tělem a víkem nádoby, díky distančnímu segmentu na dolní části víka a vyklápěcí mřížce nad dnem nádoby pro separaci pevné masy od kapalné frakce bioodpadu. Bio-nádoby jsou dle dohodnutého barevného značení označeny hnědou barvou. [35]



Obrázek č. 3.1: Ukázka správně fungující bio-nádoby [35]

b) Sběr do kompostovatelných pytlů, sáčků a tašek

Plasty, které lze kompostovat se nazývají bio-plasty. Jsou polopropustné, čímž dochází k dobrému vysoušení bioodpadu. Oproti papírovým pytlům lépe odolávají nepříznivému počasí. Mohou zmoknout, zasněžit bez toho, aniž by nezachovali svou pevnost (nejsou-li v prostředí kompostu). Pytle s odpady by neměly být skladovány více než dva týdny.

Bio-plasty samozřejmě nejsou bez vad. Po provedení výzkumů bylo zjištěno, že mají problémy s dobou rozkladu. V dnešní době se stále testují.

c) Sběr do velkoobjemových kontejnerů

Velkoobjemové kontejnery využívají především zahrádkářské kolonie. Bývají většinou přivázeny a odvázeny svozovou společností. V období zvýšené tvorby BRKO (prořezávání stromů na jaře, hrabání listů, sečení trávy, doba sklizně) je možno zvýšit frekventovanost svozů.

Značnou nevýhodou těchto kontejnerů je zneužívání jejich prostorů pro jiné výrobky, a tudíž se znečištěný odpad ukládá na skládku, místo možného biologického využití.

d) Sběr prostřednictvím sběrných dvorů

BRKO má speciálně vyhrazenou část pro sběr na sběrném dvoře. Nejobvyklejší je odpad ze zahrad a z úpravy zeleně (tráva, štěpka či větve apod.)

Snížení výdajů na převoz odpadů je výhodou sběrných dvorů. Stálé odkládání odpadu pomáhá ke snížení doby skladování odpadů v prostoru jeho vzniku. Přítomnost zodpovědného pracovníka je nedílnou součástí pro správné uložení přijatých odpadů a následnou vyšší kontrolu čistoty přijímaných složek. [34]

e) Domácí kompostování

Na rozdíl od měst, kde je domácí kompostování vhodné jen pro rodinné domy jsou kompostéry na vesnicích běžná záležitost. Tříděný odpad z kuchyně či zahrady lze využít v kompostéru a tím zmenšit produkci tohoto druhu odpadu. Vytvořený kompost je nedocenitelný při rekultivacích a zúrodnění půdy. Na následujících obrázcích č. 3.2 a č. 3.3 je znázorněn kompostér od rakouské firmy Container trading s.r.o. typu KOMP 1050 o objemu 1050 litrů. Obrázek č. 3.4 znázorňuje rozdělaný kompostér, připravený k vyjmutí již hotového kompostu.



Obrázek č. 3.2:
Zahradní kompostér typu
KOMP 1050



Obrázek č. 3.3:
Kompostér typu KOMP
1050



Obrázek č. 3.4:
Rozdělaný kompostér typu
KOMP 1050

3.2 Mechanicko – fyzikální úpravy BRKO

Úprava odpadů je veškerá činnost, která změní chemické, biologické nebo fyzikální vlastnosti odpadů za účelem umožnění nebo zlehčení jejich dopravy, využití, odstraňování, snížení jejich objemu či snížení nebezpečných vlastností.

Biologická úprava odpadů

Spočívá ve změně vlastností odpadu působením biologicky aktivní složky. Může způsobovat snížení objemu a obsah škodlivých látek obsažených v odpadu. Zároveň snižuje hmotnost či patogenní biologické činitele za účelem odstranění nebezpečných vlastností, jako je například infekčnost (H9).

Fyzikálně–chemická úprava odpadů

Do této kategorie úpravy odpadů se řadí např. odpařování, sušení, změna reakce (změna pH – neutralizace), změna chemického složení, filtrace a jiné. [9]

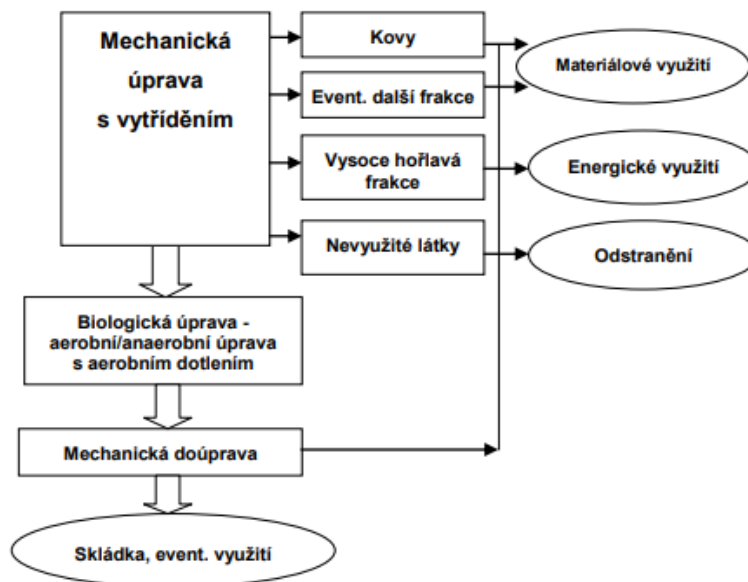
Mechanicko–biologická úprava (MBÚ)

Technologický proces, který především zpracovává směsný komunální odpad pomocí mechanické úpravy, roztřídění odpadů a biologické úpravy.

Hlavním cílem MBÚ je předúprava odpadů před uložením na skládku. [12]

V MBÚ se využívá různých druhů fyzikálních, mechanických a biologických procesů. [11]

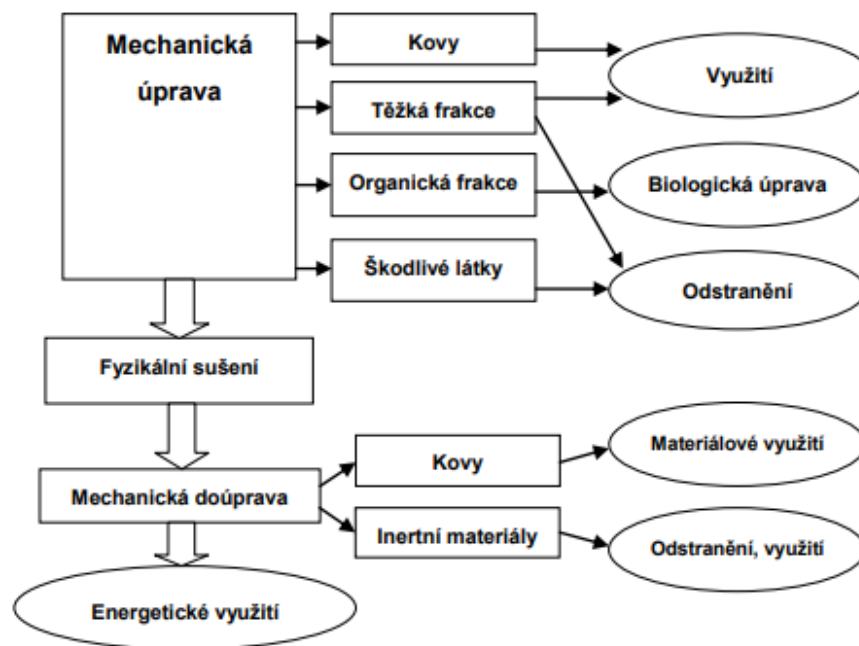
Na obrázku č. 3.5 je grafické znázornění MBÚ pro zjednodušení představy celého procesu. Vytříděný odpad (kovy, vysoce hořlavá frakce, nevyužité látky) se dle druhu materiálově, energeticky využije či odstraní. Zbytek odpadu se biologicky upraví a mechanicky doupraví, aby se mohl uložit na skládku.



Obrázek č. 3.5: Schéma procesu MBÚ [10]

Mechanická úprava odpadů (MÚ) závisí na úpravě složení odpadu. Je zde důležitá vstupní kontrola. První část MÚ se skládá z výhřevné frakce pro fyzikální sušení. Sušení probíhá za vysokých teplot (150-300 °C). Fyzikální sušení sníží vlhkost na přibližně 10 %. Jako první se odebírají složky tuhého komunálního odpadu. Dále se odpad většinou před drtí. Pak dochází k oddělení biologické frakce, která putuje do biologické úpravy. Následně jsou odseparovány kovy (železné i neželezné) s těžkou frakcí. Těžkou frakci tvoří látky vhodné pro spalování, tudíž pro energetické využití (papír, plast, textil).

Na obr. č. 3.6 je opět graficky znázorněn proces MÚ. První fáze je sušení, jako další se odeberou složky tuhého KO. Dále se separuje organická frakce, která jde do biologické úpravy. Pak jsou odděleny kovy s těžkou frakcí. Ty se dále energeticky využívají.

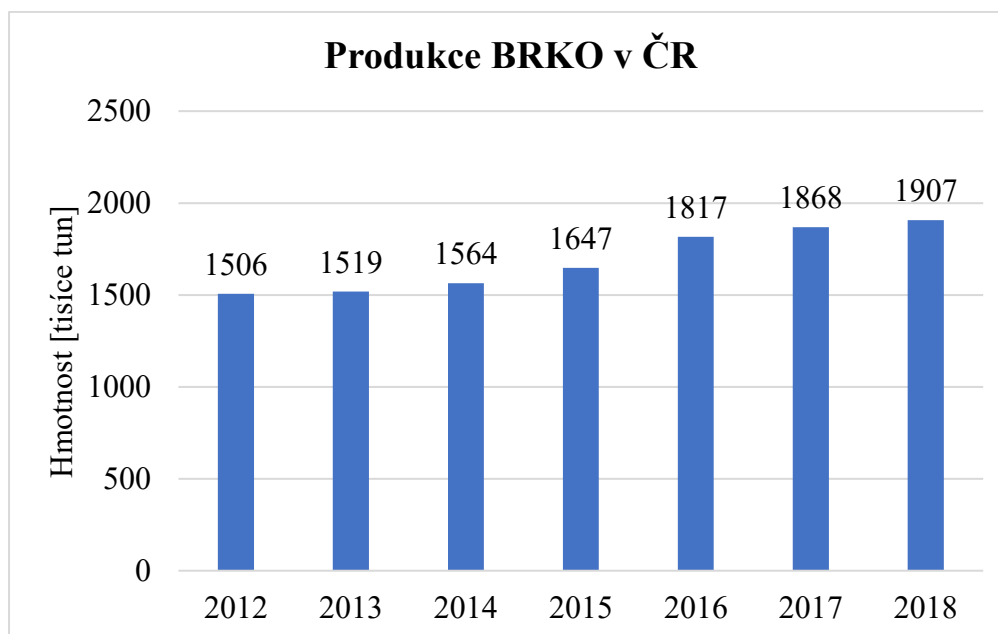


Obrázek č. 3.6: Schéma procesu mechanická úprava [10]

3.3 Produkce BRKO

Přehled produkce BRKO v ČR:

Následující obrázek č. 3.7 graficky znázorňuje celkovou produkci BRKO v ČR za období 2012-2018.



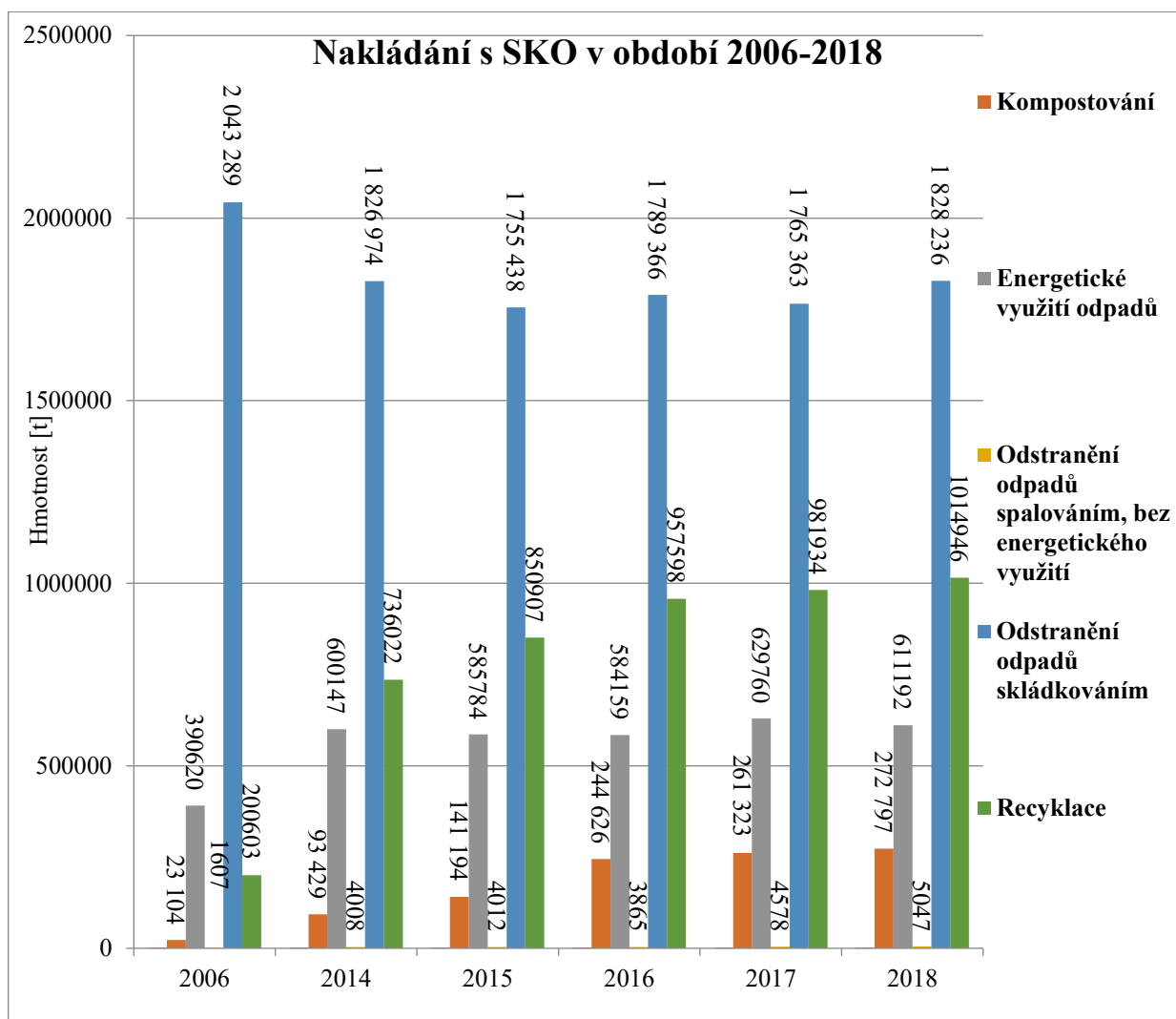
Obrázek č. 3.7: Produkce BRKO v ČR za období 2012-2018 [33]

Z grafického záznamu na obrázku č. 3.9 je zřejmé, že v roce 2018 oproti roku 2015 se produkce BRKO v ČR ukládaného na skládky zvýšila téměř o 300 tisíc tun, což představuje nárůst o 16 %. [33]

3.4 Způsoby nakládání a zpracování BRKO

Způsob nakládání s BRKO může pozitivně ale i negativně ovlivnit základní složky životního prostředí. Při skládkování tohoto odpadu vznikají plyny, jejichž hlavní složkou je plyn metan. Metan pomáhá antropogennímu skleníkovému efektu. Většina těchto odpadů je předem určena k energetickému či materiálovému využití. Organickou hmotu a rostlinné živiny, které tento odpad obsahuje je možno ustálit a výhodně uvádět do koloběhu přírody jako organické hnojivo neboli kompost. Vytříděný bioodpad lze zpracovat pomocí tzv. anaerobní digesce. Při této technologii vzniká bioplyn a rovněž organické palivo. Jako jeden z termických procesů vhodných k energetickému využití BRKO se jeví spalování. Spalování, se využívá především pro BRKO kontaminovaný látkami, které by bránily k následnému jinému využití. [17]

Pro zajímavost je na obr. č. 3.8 graficky znázorněno nakládání s komunálním odpadem v ČR za období 2006-2018.



Obrázek č. 3.8: Nakládání s KO v ČR [33]

Z grafického záznamu na obr. č. 3.8 je zřejmé, že nejvíc KO odpadů je odstraněno skládkováním. Můžeme si povšimnout, že od roku 2006 mělo skládkování tendenci klesat. V roce 2018 opět nastal skok o skoro 70 tisíc tun KO uloženého na skládku. Druhé největší využití má recyklování a následně energetické využití. [43]

3.5 Kompostování

Dle vyhlášky č. 341/2008 Sb., je kompostování proces, při kterém se činností mikro a makro organismů za přístupu vzduchu přeměňuje využitelný biologicky rozložitelný odpad na stabilizovaný výstup, kterým je v tomto případě kompost. [18]

Proces kompostování je přírodní způsob odstraňování biologicky rozložitelného odpadu aerobními mikroorganismy. Je to biochemický proces, kde jsou organické látky spotřebovávány mikroorganismy, jako jsou bakterie nebo houby.

Při tomto procesu probíhá dekompozice a vzniká kompost. Převedení nestabilního organického materiálu na stabilní produkt je hlavním výsledkem komponovacího procesu. Tento proces umožňuje zmenšit objem a hmotnost vstupních surovin, vlhkost (obsah vody ve vstupní surovině), potlačuje a omezuje množení některých druhů organismů, jako jsou patogenní mikroorganismy, semena plevelů, aj... Působením jednotlivých na sebe navazujících procesů vznikne přibližně 40 – 50 % kompostu z celkového množství prvotních surovin. [19]

Kompostování v přírodě vzniká samovolně. Všechny potřebné mikroorganismy se v přírodě vyskytují, z tohoto důvodu není potřeba BRO v přírodě samostatně pro kompostování připravovat nebo je těmito organismy očkovat. Pro plynulý chod procesu je nejdůležitější zajistit potřebné životní podmínky. Proces kompostování lze také urychlit. [20] Proces kompostování lze urychlit tzv. urychlovači kompostu. Existují 2 typy: chemické a biologické (granulovaný hnůj, sušená močůvka). Existují i urychlovače přírodního typu. Ty se skládají z enzymů, které samovolně vzniknou v kompostu a podpoří přirozený rozklad. [43]

Výsledný produkt celého procesu je kompost neboli organické hnojivo. Zralý kompost je stabilizovaná, hnědá až černá homogenní hmota bez zápachu, drobtovité až hrudkovité struktury. [17]

Vzniklý kompost je pak možné využít jako substrát na rekultivaci či na hnojení půdy. [20]

Faktory ovlivňující proces kompostování:

- Vlhkost,
- vzduch (kyslík),
- složení výchozího materiálu,
- promíchání,
- přídavek půdy,
- tma a teplo.

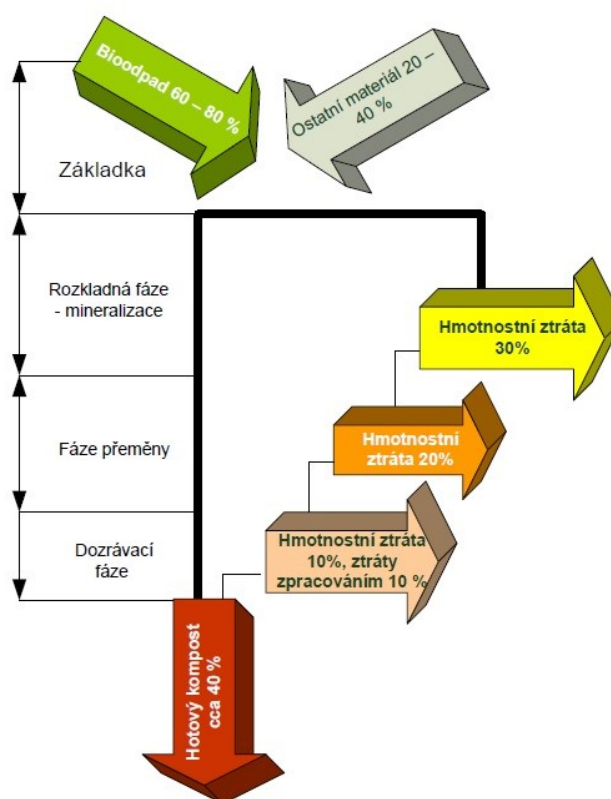
Kompostování je složitým kontinuálním procesem, u kterého nelze přesně vymezit jednotlivé časové úseky a průběh tlení. Tento proces přeměny organických látek lze však rozdělit do tří základních fází a to na:

1. Fáze rozkladu (mineralizace)

Fáze rozkladu trvá přibližně 3 až 4 týdny. Dochází zde k rozkladu lehce rozložitelných látek, jako jsou např. cukry, bílkoviny a škrob. Aktivitou mikroorganismů dochází v této fázi k uvolňování vysoké teploty, která na základě typu vstupní suroviny stoupá na teplotu 50 – 70 °C. V závislosti na vysoké teplotě dochází k hubení patogenních mikroorganismů

neboli k hygienizaci kompostu. Dochází zde díky dýchání aerobních mikroorganismů k tvorbě oxidu uhličitého. Pokud je v kompostu vysoké procento dusíku, dochází k uvolňování amoniaku. [17]

Dochází zde také k velké objemové redukci vstupního materiálu. Vznikají základní kameny k tvorbě humusových látek. Tato fáze rozkladu se může nazývat jako hydrolýzní, mineralizační či horká fáze. Při častém provzdušňování může být doba trvání snížena na 2 až 3 týdnů. Pokud kompost obsahuje velké množství dřeva či štěpky, může být proces prodloužen až na 2 měsíce. [17] Následující obrázek č. 3.9 graficky znázorňuje pokles hmotnosti vstupní vsázky v rámci jednotlivých fázových cyklů až po samotný výstupní produkt, kterým je, jak již bylo zmíněno výše kompost.



Obrázek č. 3.9: Sankyeův diagram pro proces kompostování [43]

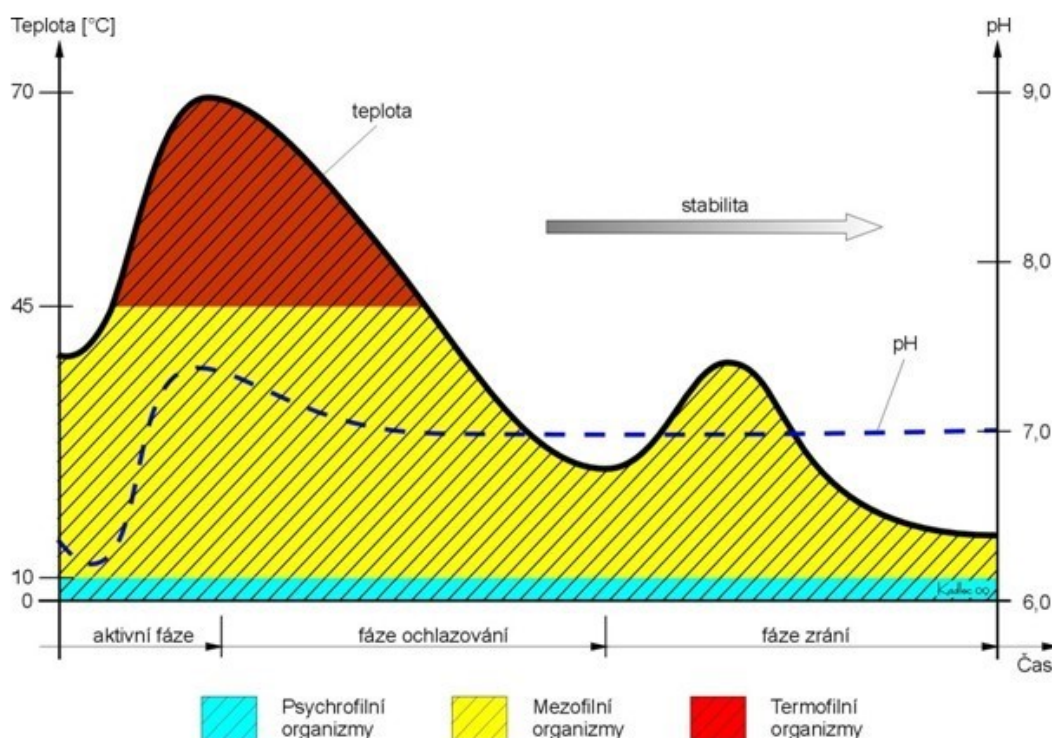
2. Fáze přeměny

Tato fáze nastává ukončením rozkladné fáze a trvá od 4. týdne až po 10. týden. Hlavním projevem této fáze je pozvolný pokles teploty ze 40 na 25 °C a změnou složení mikroorganismů. Vizualita kompostu se mění, není již možné poznat původní hmoty odpadů. Díky působení činnosti žížal a drobných živočichů se začíná tvořit drobtovitá struktura. Kompost začíná mít hnědou barvu a slabou vůni po lesní zemině. V tomto stadiu má kompost vysoký hnojivý účinek. V této fázi se hmotnost snižuje o 10 %.

3. Fáze dozrávání (fáze syntézy)

Stabilita kompostu narůstá. Vznikají nové humusové látky, především huminové kyseliny a molekulová hmotnost humusových látek se zvyšuje. Kyselost substrátu klesá, naopak pH roste. V této fázi už by se v kompostu neměl vyskytovat amoniak a fytotoxické látky. Vzniká kvalitní a stabilní humus. Teplota klesá, v této fázi dochází k vyrovnání teploty na teplotu okolí. Hmotnost v této fázi klesá zanedbatelně. [17]

Následující obrázek č. 3.10 graficky znázorňuje teplotní průběh v rámci procesu kompostování. Díky změnám teplot v průběhu procesu lze snadno rozlišit jednotlivé fáze a celkový průběh.



Obrázek č. 3.10: Grafické znázornění teplotního průběhu v jednotlivých fázích kompostování [44]

Technologie kompostování

Volbu technologie velmi ovlivňuje počáteční investice. Od ní se pak samozřejmě odvíjí cena produktu neboli kompostu.

Technologie kompostování se dělí na tyto způsoby:

- Kompostování na volné ploše,
- Kompostování v uzavřeném nebo polouzavřeném zařízení,
- Kompostování ve vacích.

Kompostování na volné ploše v pásových řadách je v dnešních podmínkách nejběžnější způsob, který je nejméně finančně náročný. Kompost se vrství do pásových hromad do trojúhelníkového nebo lichoběžníkového tvaru. Hromady musí splňovat určité kritéria:

- Zajištění volného přístupu pracovní techniky k hromadám kompostu,
- zamezení ohrožení povrchových a podzemních vod,
- minimální spád kompostovací plochy 2 %,
- zabezpečení odvodu srážkových vod a splachů z kompostů do podzemních nebo podzemních jímek odpovídající kapacity.

V praxi se nejčastěji setkáme s hromadami lichoběžníkového průřezu, kvůli menší potřebě plochy na objem kompostu. Kdežto u hromad trojúhelníkového průřezu je výhodou nepřehřívání kompostu a přirozené provětrávání. Lichoběžníkové se používají pro velké množství surovin, trojúhelníkové naopak pro malé množství. [36]

Kompostárny většinou bývají součástí skládek. Následující obrázek č. 3.11 znázorňuje kompostování na volné ploše, které je součástí skládky v Ostravě – Hrušově, kterou vlastní společnost OZO Ostrava, s.r.o.



Obrázek č. 3.11: Kompostování na volné ploše v Ostravě-Hrušově

Podstatou **kompostování v uzavřeném nebo polouzavřeném zařízení** je intenzifikace rozkladné fáze kompostovacího procesu. Provzdušňování způsobuje dosažení vyšší teploty a tím urychlení celého procesu. Proces v první fázi napadne svou razancí organickou hmotu tak silně, že další fáze kompostování proběhnou rychleji. Velkou nevýhodou této technologie jsou velké finanční náklady.

Polouzavřená zařízení pro kompostování mohou být kompostovací žlaby nebo boxy, naopak do uzavřených patří rotační bio-stabilizátory, uzavřené kompostovací boxy, věžové bioreaktory a další.

Kompostování ve vacích je investičně výhodné. Při této technologii se výrazně urychluje doba kompostování. Kompostování ve vacích je stejné jako kompostování v pásových hromadách na volné ploše, ale s tím rozdílem, že hromady jsou ukládány do uzavřených polyethylenových vaků. Tyto vaky zůstávají na ploše po celou dobu procesu. Do prostoru s materiálem je vkládána polyethylenová hadice, která dodává vzduch, a tím dochází k provzdušnění hromady. Množství vzduchu je usměrňováno v závislosti na potřebě vzdušného kyslíku pro zajištění optimálního aerobního průběhu.

Největší výhodou této technologie jsou nízké náklady a úspora vodohospodářsky zabezpečených ploch. [36]

Největší uplatnění a využití vzniklého kompostu je v zemědělství. Využít ho lze také v záhonech a trávnicích zahrad, při údržbě veřejné zeleně, při rekultivacích viz domácí kompostování.

3.5.1 Anaerobní digesce

Anaerobní digesce neboli fermentace je biologický proces rozkladu organické hmoty, který probíhá bez přístupu vzduchu. V přírodě tento proces probíhá přirozeně, a to v bažinistích, na dně rybníků a jezer, ale také na skládkách komunálního odpadu. Při působení tohoto procesu mikroorganismy postupně rozkládají přítomnou organickou hmotu. Tento proces probíhá ve čtyřech fázích a to:

1. Hydrolýza

Tato fáze nastává v době, kdy prostředí obsahuje ještě vzdušný kyslík. Hydrologické mikroorganismy ještě nevyžadují striktně bezkyslíkaté prostředí. Podmínkou je i dostatečná vlhkost materiálu a to nad 50 % hmotnostního podílu. Působením extracelulárních enzymů, dochází k hydrolytickému štěpení makromolekulárních látek na prosté sloučeniny (proteiny, polysacharidy, lipidy) na jednodušší organické látky tzv. monomery.

2. Acidogeneze

Proces následuje těsně po hydrolýze. V této fázi však dochází k vytvoření zcela bezkyslíkatého prostředí. Také dochází ke štěpení látek a uvolňování vodíku a oxidu uhličitého a vzniku vyšších mastných kyselin a alkoholů.

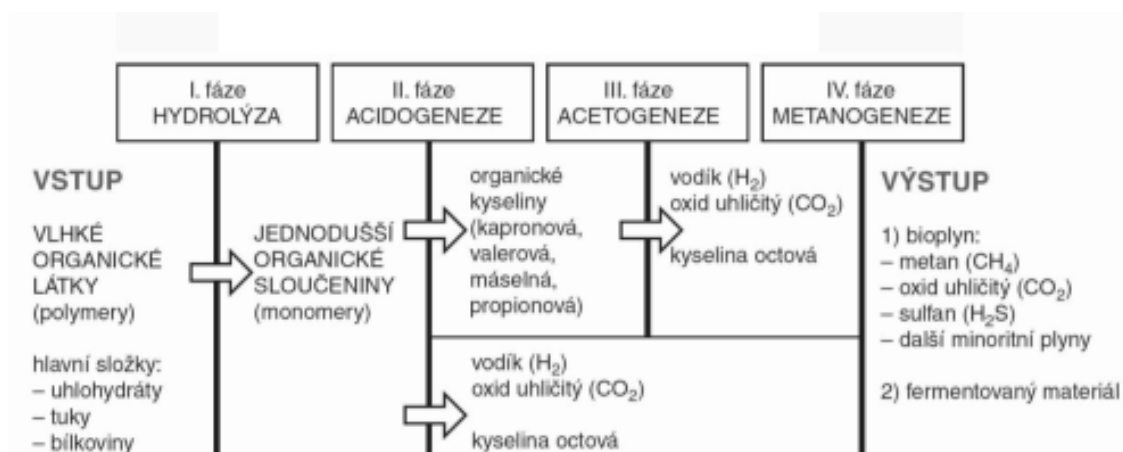
3. Acetogeneze

Tato fáze bývá někdy označována jako mezifáze, kdy dochází k rozkladu vyšších organických kyselin na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý.

4. Metanogeneze

Je závěrečná fáze, při které dochází ke vzniku metanu (CH_4) a CO_2 z kyseliny octové vlivem metanogenních bakterií. Jsou to anaerobní organismy podobné nejstarším organismům na Zemi. Tyto bakterie jsou velmi náchylné na náhlé změny teplot, pH, oxidační potenciál a ostatní potlačující vlivy. Některé kmeny těchto bakterií mají schopnost chovat se obojetně. Vlivem působení hydrogenotrofních bakterií dochází k uvolnění metanu z vodíku a oxidu uhličitého. [21]

Následující obrázek č. 3.12 zjednodušeně znázorňuje děje a fáze anaerobního procesu.



Obrázek č. 3.12: Zjednodušené schéma procesu anaerobní fermentace [45]

Pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů je velmi důležitá optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, které probíhají s odlišnou rychlostí. Poslední fáze metanogeneze probíhá pětikrát pomaleji než všechny tři předchozí fáze. Na základě toho je nutné přizpůsobit konstrukci bioplynových technologií a dávkování vstupní suroviny. V opačném případě by došlo k přetížení fermentorů.

Faktory ovlivňující proces anaerobní digesce:

Pro kvalitní průběh a stabilní zajištění průběhu procesu je nutné nastavit vhodné podmínky a zajistit důležité faktory, které by mohly celkový proces ovlivnit. Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující anaerobní fermentaci patří:

- Teplota procesu,
- pH (6,5–7,5 pro správný růst mikroorganismů),

Hodnota pH je pro produkci bioplynu nejlepším indikátorem stability procesu. Různé fáze procesu vyžadují různé hodnoty pH. Významně citlivé jsou na pH metanogenní archeobakterie. Prostředí s nízkou hodnotou pH působí na metanogenní archea inhibičně (snížení aktivity enzymu a následné zamezení správného průběhu enzymatické reakce), dochází tak k negativnímu ovlivnění produkce bioplynu. Vznik organických kyselin během acidogeneze může způsobit snížení pH pod hodnotu 5,

což je kritický bod koncentrace pro přežití metanogenních archea. Naopak vysoký nárůst počtu archea může zvýšit koncentraci amoniaku a tím zvýšit pH nad hodnotu 8, což je inhibiční pro acidogenezi. [46]

- přítomnost potřebných živin,
- přítomnost toxických látek a inhibujících látek.

Přítomnost velkého množství amoniaku a mastné kyseliny mohou proces negativně ovlivnit v některých případech dokonce zcela zastavit. Tvorba mastných kyselin je vázána na pH. [44]

Výsledným produktem anaerobní digesce je biologicky stabilizovaný substrát s velkým hnojivým účinkem – digestát. Nejhodnotnějším produktem z hlediska dalšího energetického využití je bioplyn, který obsahuje 55 – 70 % metanu s výhřevností přibližně 18 – 26 MJ/m³. Množství a výhřevnost vzniklého bioplynu je závislé na složení vstupní suroviny. [22]

Z technologického hlediska lze technologie využívající anaerobní digesci rozdělit do dvou skupin a to na:

a) Mokrou fermentaci

Mokrá fermentace je považována za nejběžnější metodu využívanou pro anaerobní digesci. Zpracovává homogenní vstupní materiál, který je lehce míchatelný (kukuřici, travní senáž, kejdu, hnůj. V rámci zpracování odpadních materiálů se jedná nejčastěji o kuchyňské odpady, tuky, kaly z ČOV, apod. Pracovní sušina ve fermentoru je do 11 hm. %. Výstupem je kapalný digestát, který se dá následně dělit na (sušinu 20 %) a kapalnou část neboli fugát (cca 4 %).

Je vhodná pro aplikace s elektrickým výkonem vyšším než cca 150 – 200 kW.

b) Suchou fermentaci

Tato metoda je vhodná pro zpracování materiálů s vyšší sušinou. Příkladem je slamnatý hnůj, odpady z údržby krajiny, BRKO. Materiál se ve fermentorech oproti mokré fermentaci nemíchá (pouze se sprchuje tzv. perkolátem). Výstupním materiálem tohoto procesu je materiál se sušinou cca 18 %. Výhodou této metody je možnost příměsi kamenů, písku, plastů)

Jsou vhodné pro aplikace s výkonem menším než 15 kW_{el}. [38]

Zjednodušený popis BPS:

Nejčastěji se jako substráty používají zemědělské plodiny (silážovaná kukuřice, ...), kejda, BRKO, BRO či tekuté odpady z potravinářského průmyslu, jak již bylo zmíněno výše. Směs některých z těchto substrátů se pomocí čerpadla dopraví do nádob pro fermentaci neboli do fermentorů. Fermentory musí být izolované a bez přístupu vzduchu. Substráty tzv. zrají ve fermentorech 60 dní. Následně je materiál veden do tzv. dofermentorů, kde se stejný cyklus opakuje po dobu dalších 60 dnů. Po uplynutí této doby a při správně nastavených a zvolených parametrech vzniká energeticky použitelný bioplyn. Zbytek materiálu, který neobsahuje bioplyn je čerpadlem přečerpán do betonových zásobníků, kde se následně separuje na digestát a fugát. Tyto produkty lze skladovat až 6 měsíců. Dalším krokem je úprava bioplynu. Výstupem celého z procesu je výroba tepla či elektrické energie prostřednictvím kogeneračních jednotek či jiné zvolené technologie. [23]

Suroviny vhodné k anaerobnímu procesu:

Vhodnou a významnou surovinou pro technologie, jenž využívají bioplynové stanice je zdroj biomasy, který můžeme využívat ze zemědělského odvětví nebo odpadních sfér.

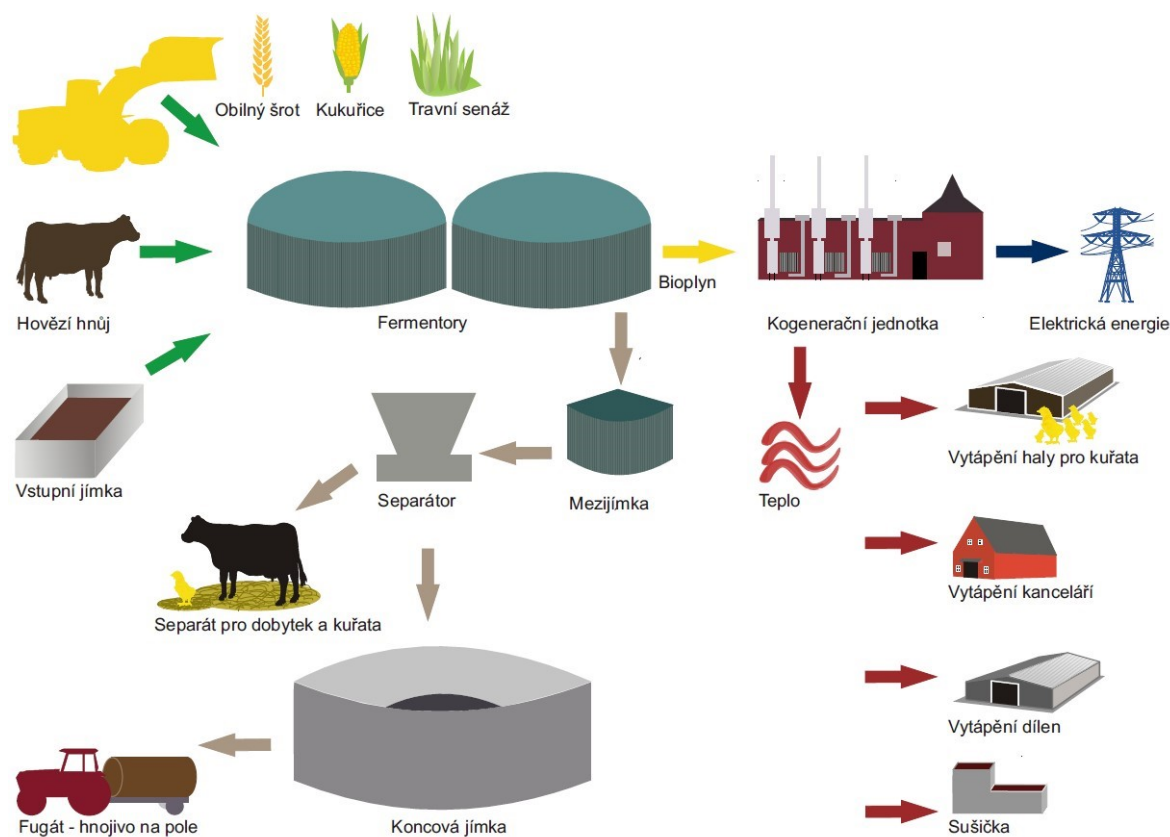
Ze **zemědělství** to jsou odpady z živočišné výroby, zbytky z rostlinné výroby, pro něž není další uplatnění a travní fytomasa ze zatrávněné půdy, která musí být pravidelně odstraňována.

Do **komunální** sféry patří biologický odpad, který ze 40 % tvoří komunální odpad. Vhodné jsou kaly z čistíren odpadních vod a odpady z údržby zeleně.

Z průmyslu jsou vhodné k anaerobnímu procesu odpady, které mohou obsahovat nebezpečné látky, a tudíž jsou rizikové pro další uplatnění, jako je hnojivo nebo krmivo.

Ze **stravovacích** zařízení to jsou kuchyňské odpady včetně fritovacích olejů. [37]

Na následujícím obrázku č. 3.13 je znázorněno zjednodušené schéma BPS.



Obrázek č. 3.13: Schéma bioplynové stanice [24]

Na základě zvoleného druhu vstupní suroviny, lze následně BPS rozdělit na:

a) Zemědělské

Tento druh patří mezi nejrozšířenější a je určen ke zpracování cíleně pěstovaných energetických plodin (kukuřice, cukrová řepa). Vhodným příměskem je kejda a hnůj.

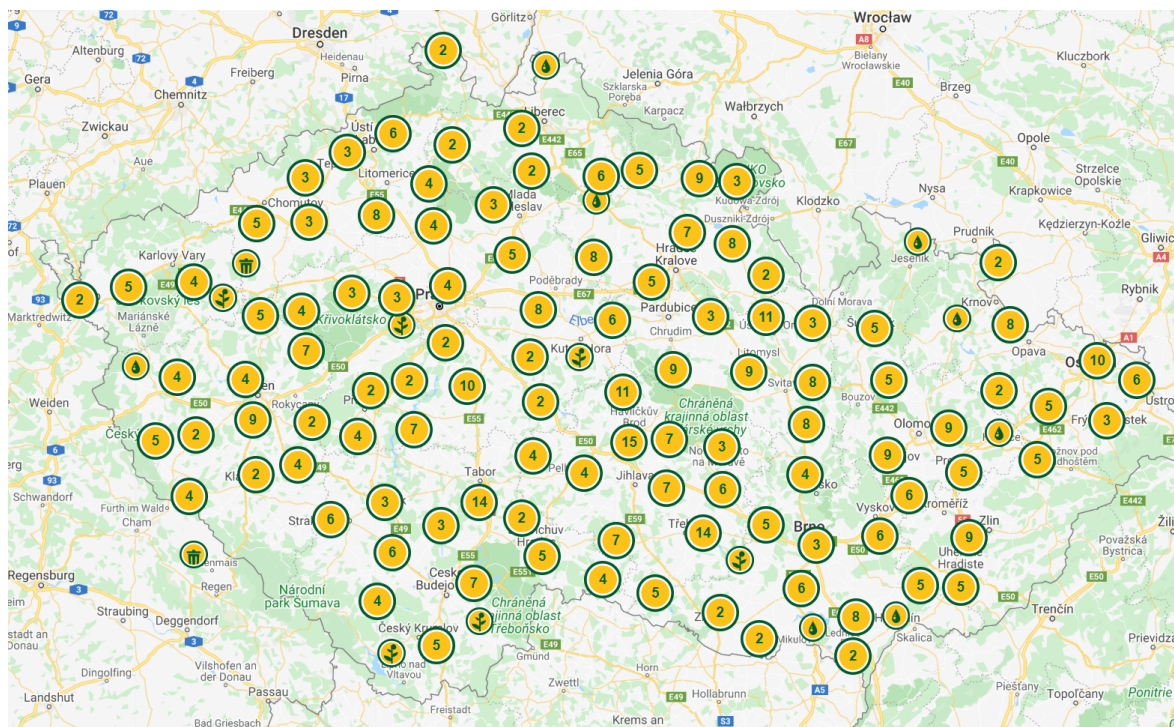
b) Odpadní

Jsou určeny ke zpracování BRO. Mezi BRO samozřejmě patří BRKO, odpady z potravinářského průmyslu, maloobchodu – potraviny, které prošly lhůtou, zemědělské odpady, kaly z ČOV aj. [25]

V podmínkách České Republiky máme k dnešnímu datu zaevidovaných 569 bioplynových stanic. BPS zemědělské jsou nejvíce se vyskytujícím typem BPS v ČR. BPS můžeme rozdělit do pěti kategorií a to na:

- **BPS komunální (9).**
- **BPS zemědělské (391).**
- **ČOV (98).**
- **BPS průmyslové (13).**
- **Skládkový bioplyn (58).** [39]

Na obrázku č. 3.14 je znázorněno rozmístění BPS v podmínkách ČR.



Obrázek č. 3.14: Rozmístění BPS v ČR [39]

3.5.2 Skládkování

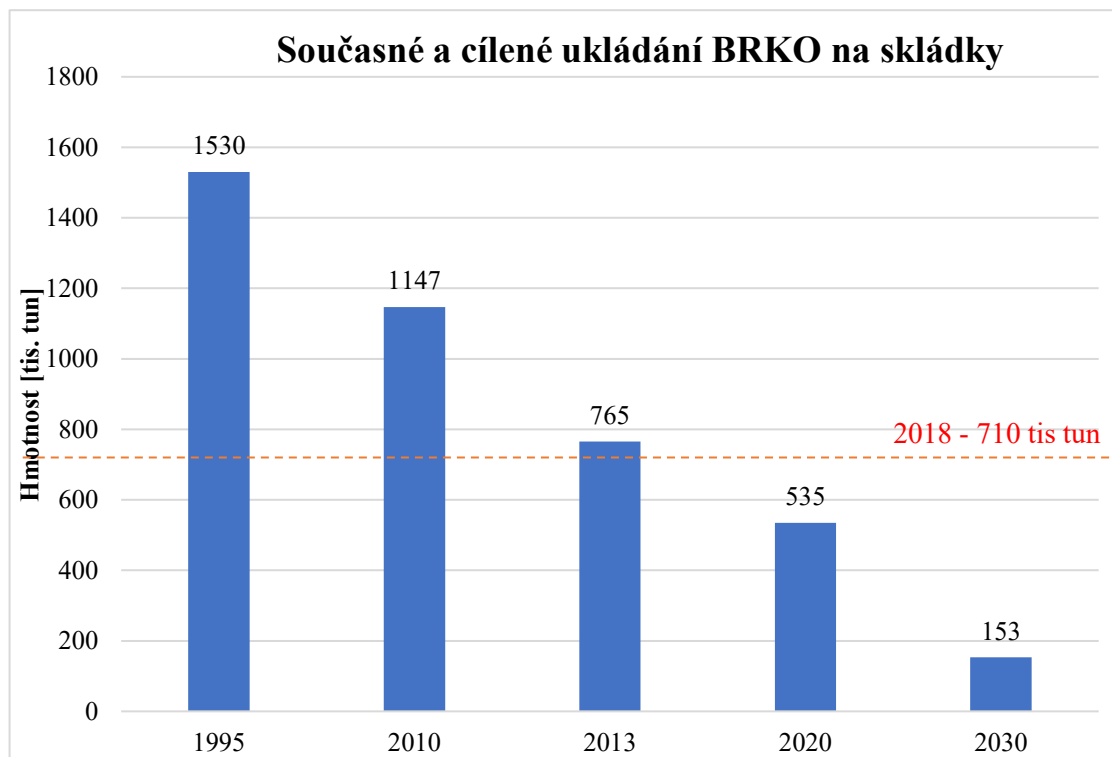
Skládkování je stále nejrozšířenější formou nakládání se SKO v podmínkách České republiky. Literární zdroje uvádějí, že na skládkách odpadů je uloženo 45 – 50 % BRKO, který lze využít jinými technologickými procesy a postupy. Z tohoto důvodu je nutné omezit skládkování.

Podle Plánu odpadového hospodářství (POH) měla ČR snížit maximální množství BRKO ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky byl v roce 2010 nejvýše 75 % hmotnostních z celkového množství BRKO vzniklého v roce 1995. V roce 2013 to mělo být 50 % a v roce 2020 jen 35 %.

Česká republika tento cíl nesplnila a v roce 2020 má nastat zákaz skládkování, pouze 10 % komunálního odpadu bude moci skončit na skládkách. Nebude se moci ukládat nic, co lze spálit, recyklovat či biologicky rozložit (biologický odpad). Za nedodržení těchto podmínek hrozí ČR vysoké sankce od Evropské Unie. [17] [13] [14]

Skládka je technické zařízení určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložení na zemi nebo do země. [2] Volba místa a technického provedení skládky musí zajišťovat ochranu životního prostředí po celou provozní dobu skládky, a i po jejím ukončení. [17]

Na obrázku č. 3.15 je graficky znázorněno cílené a současné ukládání BRKO na skládky.



Obrázek č. 3.15: Cílené a současné ukládání BRKO na skládky [13]

Graf č. 3.15 znázorňuje cílené a současné množství BRKO ukládaného na skládky. BRKO uložené na skládky v roce 2018 činilo 710 600 t. V roce 2018 podíl BRKO uložených na skládky vzhledem ke srovnávací základně z roku 1995 byl 46 % a v roce 2017 to bylo 47 %. Meziročně došlo k mírnému poklesu skládkování BRKO o 1 %. Pokud by ČR měla splnit cíl EU, musela by najít jiný způsob, jak se zbavit přibližně 175 tis. tun tohoto odpadu. [47]

Rozdělení skládek

Skládky rozdělujeme do skupin podle způsobu technického zabezpečení, druhu a způsobu uložení odpadu:

a) S–IO

Určena pro inertní odpady. Pro založení skládky stačí nepropustné geologické podloží nebo základní podkladové minerální těsnění. Odvod průsakové vody se řeší jednoduchou úpravou, případně žádnou. Plynné emise se zde nevyskytují.

b) S–OO

Určena pro kategorii ostatní odpady. Vyžaduje se zde vícevrstvé těsnění. Odvod průsakové vody musí být zajištěn. Voda před vypuštěním musí být upravena a skládkový plyn likvidován či zužitkován. Tento typ skládek se vyskytuje nejčastěji.

c) S–NO

Určena pro nebezpečné odpady. Je zde nutné vícevrstvé kombinované těsnění. Průsaková voda se musí čistit a skládka odplyňovat. [15]

Podle doby uložení odpadu:**a) Trvalé skládky**

Jsou využívány až do zaplnění, poté rekultivovány a musí být dále monitorovány.

b) Dočasné skládky (mezisklady odpadu)

Tyto skládky jsou časově omezeny. Odpad je určen k dalšímu využití. [16]

3.5.3 Termochemické procesy

Termochemické procesy jsou jednou z možných variantních řešení využití produkovaného BRKO. Nezbytností je zvolit správný druh technologie s efektivním využitím vstupních i výstupních produktů. V závislosti na obsahu kyslíku v reakčním prostoru rozdělujeme termické procesy do dvou kategorií, které jsou zjednodušeně včetně jednotlivých procesů popsány v následujícím textu.

Jak bylo zmíněno termochemické procesy lze rozdělit do 2 kategorií a to na:

1. Oxidační procesy

Obsah kyslíku je stechiometrický nebo vyšší. Do této kategorie řadíme spalovací procesy.

2. Redukční procesy

Obsah kyslíku je podstechiometrický nebo žádný. Řadí se zde pyrolýza a zplyňování. [27]

a) Spalování

Spalování je oxidační proces. Ze začátku je to endotermická reakce (je nutno dodat procesu teplo) a následně po zapálení je tento proces za průběhu exotermické reakce (teplo je uvolňováno).

V průběhu spalování reagují spalitelné látky obsáhlé v odpadu (síra, uhlík, vodík) se vzdušným kyslíkem.



Při této reakci můžeme sledovat 3 hlavní procesy:

Proudění nebo konvekční transport paliva, spalovacího vzduchu a vznikajících spalin, reakce nebo chemická přeměna paliva a spalovacího vzduchu na spaliny a přenos energie radiací, prouděním a vedením mezi plamenem a okolím.

Hlavní cíle spalování odpadu jsou:

- Dobře vyhořelou strusku, popel a prach přetransformovat na znovu využitelnou surovinu.
- Valorizovat kyselé komponenty jakou jsou soli nebo kyseliny po separaci (odloučení) odpadní vody.
- Co nejvíce snížit zbytkové škodliviny, jak anorganického, tak organického původu obsažené ve spalinách. [26]

Tabulka č. 3.2 popisuje rozdělení spalovacích systémů v závislosti na použité atmosféře neboli na přítomnosti vzduchu.

Tabulka 3.2: Spalovací systémy [26]

Atmosféra	Přebytek vzduchu	Spalování	Spaliny				
			CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂	CO
oxidační	>1	nadstechiometrické	✓	✓	✓	✓	
neutrální	1	stechiometrické	✓	✓		✓	
redukční	<1	nedokonalé	✓	✓		✓	✓

Přebytek vzduchu je důležitý technický parametr. Ovlivňuje kvalitu spalovacího procesu, účinnost zařízení a tvorbu emisí. Nízký přebytek vzduchu znamená nižší komínová ztráta, kdežto naopak vyšší emise CO. Optimalizace přísunu spalovacího vzduchu je základní bod pro splnění emisních limitů a spolehlivému a efektivnímu chodu spalovny. [27]

Spalování jednoho paliva je základ spalovacích koncepcí. Podmínky jednotlivých procesů jsou po dráze roštu jednoduše říditelné. Postupem času v peci dochází ke změnám složení materiálu a tím i změnám reakčních procesů. [26]

V závislosti na konstrukci ohniště a spalovacího prostoru rozlišujeme tyto základní typy spalovacích zařízení pro energetické využití odpadů:

Kotle s roštovým ohništěm

Nejčastěji se využívají pro spalování směsného komunálního odpadu, jelikož není dbán důraz na stejnorodost a jemnost vstupního materiálu. V EU je tímto způsobem spalováno v 90 % případu všechen SKO. Rošt má za účel vysušení, zahřátí na zápalnou teplotu a následné vyhoření vstupujícího odpadu. Odpad na rošttech udržuje potřebnou tloušťku, dobrou prodyšnost a nízký úlet lehčích frakcí. Další důležitou funkcí roštu je přísun spalovacího vzduchu do jednotlivých míst tak, aby spalování probíhalo s optimálním součinitelem přebytku vzduchu.

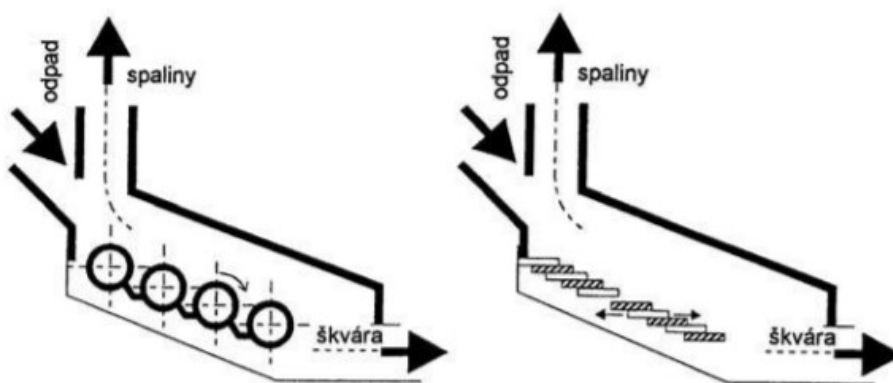
Rotační pece

Jakožto univerzální zařízení dovolují spalovat širokou škálu odpadů. Vysoké teploty (až 1600 °C) zajišťují možné spalování nebezpečných odpadů s PCB.

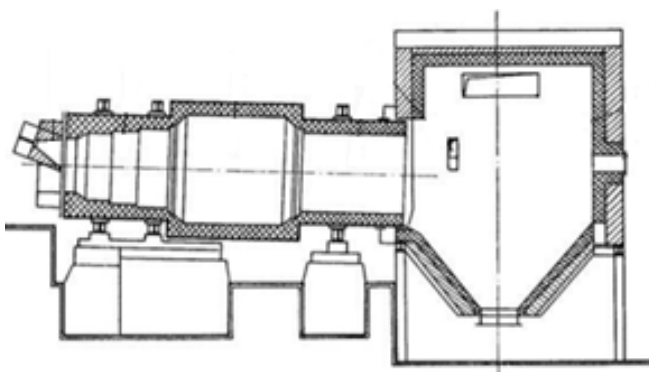
Kotle s fluidním spalováním

Často se využívají pro spalování čistírenských kalů a drceného odpadu o velikosti do 12 mm. Teploty se pohybují kolem 850-950 °C. Odpad je spolu s popelem či pískem umístěn ve vrstvě, kde je profukován vzduchem. Dochází tak ke spalování ve vzosu. Nevýhodou je velikost spalovaného odpadu, kvůli kterému je nutný selektivní sběr či drcení vstupního odpadu. [27]

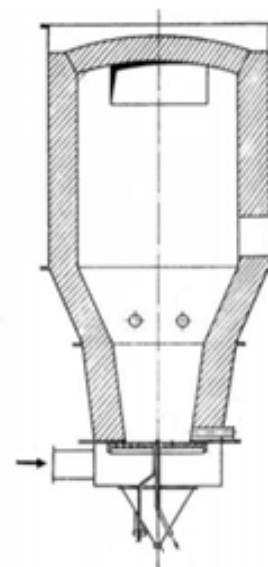
Obrázky č. 3.16, 3.17, 3.18 slouží jako ilustrační znázornění 3 základních typů spalovacích zařízení.



Obrázek č. 3.16: Kotel s roštovým ohništěm [27]



Obrázek č. 3.17: Rotační pec [27]



Obrázek č. 3.18: Kotel s fluidním spalováním [27]

Druhy spaloven odpadu:

Spalovat se může nejen komunální odpad, ale i odpad ze zdravotnictví (nebezpečný), průmyslové odpady a odpady z ČOV.

Spalovny komunálního odpadu

Nejčastěji se zde využívá spalovacích zařízení s roštem. Máme různé typy roštů:

- Pevné rovinné rošty s nehybnou vrstvou paliva (jsou určeny pro spalovny s malým výkonem),
- pohyblivé rošty s trvalým přemísťováním paliva.

Ty se dále dělí na:

- Pásové rošty

Skládají se z roštnic, které vytvářejí nekonečný pás. Výhodou je jednoduchá montáž, kdežto nevýhodou, že nedochází k promíchávání paliva–nedokonalé spalování.

- Posuvné (vratisuvné)

Dochází zde k postupnému vysouvání a zasouvání roštnic. Palivo se posunuje a zároveň promíchává.

- Válcové

Jsou tvořeny válci, které jsou sestupně seřazeny. Na válcích jsou ukotveny roštnice. Válcové rošty rotují, tudíž po nich padá palivo dolů. Dochází zde k promíchávání paliva. [28]

Spalovny nebezpečného odpadu

Nebezpečný odpad se dá spalovat různými technologiemi. Zde jsou příklady některých z nich:

- Rotační pece,
- muflové pece,
- etážové pece,
- spalování ve fluidním loži,
- termální desorpce,
- spalování v plazmovém oblouku.

Spalovny odpadu v ČR:

V České republice jsou k dispozici spalovny KO v Brně (SAKO Brno, a.s.), Praze (ZEVO), v Liberci a v Plzni.

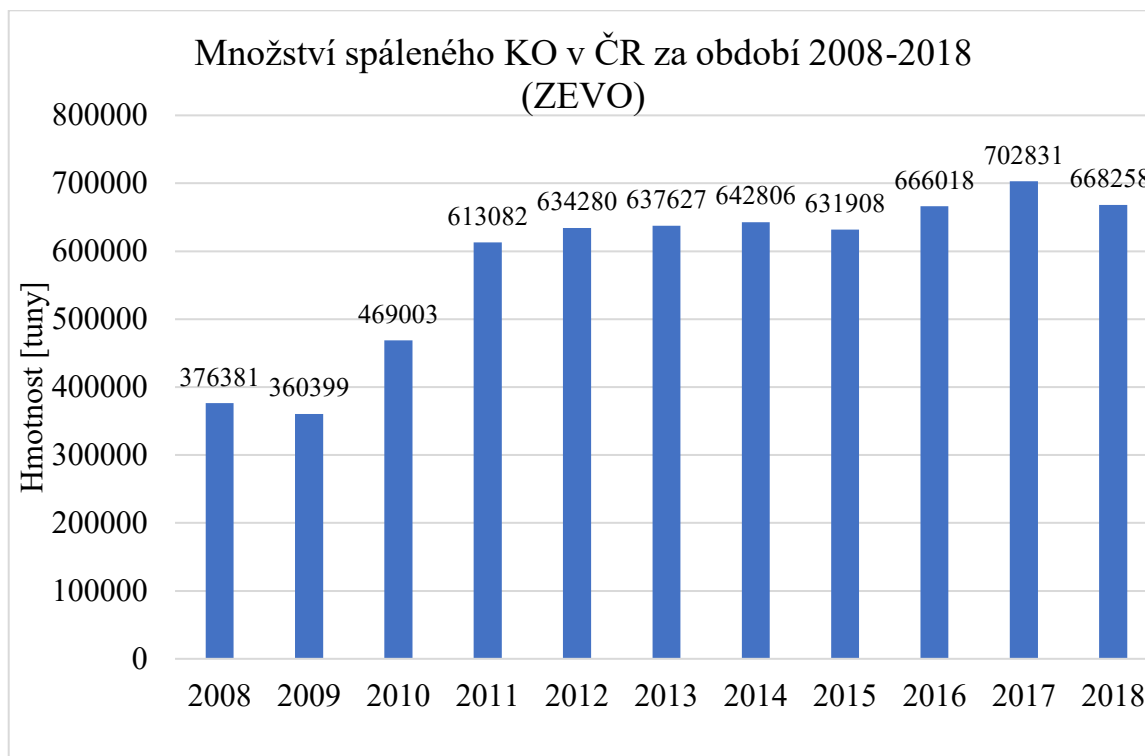
Kapacita Brněnské spalovny po rekonstrukci je 248. tis. tun odpadu ročně. Spalovna je plně funkční od podzimu roku 2011.

Pražská spalovna KO je v provozu od roku 1998. Na začátku 21. stol. došlo k modernizaci a výstavbě kogenerační jednotky. Její celková kapacita činí 330 tisíc tun odpadu ročně.

Moderní spalovna v Liberci byla uvedena do trvalého provozu v roce 2000. Její kapacita činí 96 tisíc tun odpadu ročně. Instalovaný výkon na výrobu elektrické energie je 4,5 MW.

Poslední projekt byl zahájen v roce 2016 v Plzni. Jedná se o spalovnu s roštovým topeništěm, která je provozována jako kogenerační zdroj o elektrickém výkonu 10,5 MW a tepelném výkonu 31,7 MW. Kapacita spalovny je 95 tisíc tun KO ročně. [40]

Na grafickém znázornění obr. č. 3.19 je znázorněno množství spáleného KO v ČR za období 2008-2018 spalovnami tuhého komunálního odpadu (ZEVO).



Obrázek č. 3.19: Množství spáleného odpadu [40]

Z grafu je patrné, že spalování KO v ČR od roku 2008 roste. Za posledních 10 let se množství spalovaného KO odpadu zvýšilo o téměř 300 000 tun. Procentuální nárůst od roku 2008 činí skoro 80 %.

b) Pyrolýza

Pyrolýza je proces termochemické přeměny, jehož název je odvozen z řeckého slova pyr (ohně) a lýsis (uvolňovat, rozkládat). Je to postup, při kterém je v našem případě odpad, tepelně zpracován s vyloučením přístupu kyslíku, vzduchu či jiných zplyňovacích látek.

Dělíme ji podle teplot:

1. Nízkoteplotní (do 500 °C),
2. Středoteplotní (500–800 °C),
3. Vysokoteplotní (nad 800 °C).

Během pyrolýzy vznikají 4 produkty:

1. Tuhý zbytek,
2. Pyrolýzní plyn,
3. Organický kapalný produkt (pyrolýzní olej),
4. Voda (vlhkost odpadu).

Olej i plyn jsou nositeli energetického potenciálu, které lze volbou vhodných technologických postupů využít k produkci tepla, elektrické energie či u oleje k rafinaci a využití jednotlivých složek. [29]

c) Zplyňování

Dochází zde k téměř dokonalé přeměně organické složky společně se zplyňovacím médiem na plynné produkty. Proces probíhá za teplot 700 – 900 °C. Tento vzniklý plyn se využívá v plynových a parních turbínách. Samozřejmě musí dojít k vyčištění plynu. Ke zplyňování se používají zařízení založené na principu fluidní technologie, proudového nebo pevného lože. Zařízení s pevným ložem je nejrozšířenější. [26]

4 Postup řešení bakalářské práce

V praktické části předložené bakalářské práce bylo hlavním cílem navrhnout využití a zpracování biologicky rozložitelného odpadu z domácností ve vybrané lokalitě. Důvodem pro výběr tohoto tématu byl stále apelující požadavek ze strany nejen EU, ale i ČR ke snížení omezení BRKO ukládaného na skládky komunálního odpadu. Zejména skutečnost, že kuchyňský odpad tvoří skoro 50 % odpadu ukládaného na skládky. Toto vypsání téma mě motivovalo ke zpracování této práce, pro kterou byla zvolena obec Laškov, ve které bydlím a tím zjistit nejen vlastní produkci BRKO zejména z kuchyňské domácí produkce, ale i přístup a názor obyvatel obce k této problematice a pokusit se vylepšit současné řešení či navrhnout nový způsob využití nebo likvidace tohoto druhu odpadu.

Pro naplnění cíle bakalářské práce jsem zvolil následující postup:

1. Výběr a charakteristika zvolené lokality.
2. Vyhodnocení připraveného dotazníku.
3. Současný stav nakládání s odpady ve vybrané lokalitě, konkrétně s BRKO.
4. Zjištění reálné produkce kuchyňského odpadu z vybraných domácností v dané lokalitě.
5. Skladba kuchyňského odpadu.
6. Návrh využití kuchyňských odpadů.

4.1 Výběr a charakteristika zvolené lokality

Hlavní důvod zvolené lokality pro návrh využití a zpracování BRKO byl zájem o zjištění produkce BRKO a nakládáním s ním v obci, ve které doposud bydlím, a ke které mám kladný vztah.

Místem zvolené lokality je obec Laškov. Vesnice vzdálená severozápadně 17 km od okresního města Prostějov leží v Olomouckém kraji a spadající pod okres Prostějov. Součástí obce Laškov jsou i obce Dvůrek, Kandia a Krakovec. Celková rozloha obce je 12,86 km². [49]

Na následujícím obrázku č. 4.1 je znázorněna poloha obce Laškov v rámci mapy ČR.



Obrázek č. 4.1: Poloha obce Laškov [48]

K 1. 1. 2019 je v obci podle Českého Statistického Úřadu počet obyvatel 584 a 278 rodinných domů, z toho 1 bytový dům s 2 byty. Ze sčítání lidu dne 26. 3. 2011 bylo zjištěno 200 obydlených rodinných domů. Zbylých 78 popisných čísel jsou chatové oblasti.

4.2 Vyhodnocení dotazníku

Pro zpracování a dodržení cíle a tématu této bakalářské práce byla jako jedna výzkumná metoda použit dotazník, který je součástí této práce viz Příloha A.

Důvodem pro využití dotazníku v praktické části této práce je, že nasbíraná data mohou být využita např. k vybudování strategie nakládání s tímto druhem odpadu v průběhu celého roku ve zvolené lokalitě nebo k navržení vylepšení současného stavu či může vést k zamyšlení nad návrhem plně nového řešení.

Cílem tohoto výzkumného dotazníku bylo zjistit, jak obyvatelé obce Laškov přistupují k nakládání s BRKO.

4.2.1 Příprava vlastní podoby dotazníku

Pro přípravu obsahu dotazníku k této výzkumné části předložené bakalářské práce bylo nejprve zapotřebí definovat výzkumný problém a jeho konkrétní cíle. Konkrétním cílem bylo zjistit, jak obyvatelé zvolené obce Laškov přistupují k nakládání s BRKO nejen ze zahrad, ale zejména z domácností, konkrétně pak s kuchyňským odpadem.

Pro zhodnocení této problematiky bylo zvoleno do dotazníku celkem 14 otázek. Každá konkrétní otázka byla slovně popsána, což odpovídalo míře kvality zkoumaného jevu.

Ke každé otázce byla přiřazena možnost výběru odpovědi pro usnadnění vyhodnocení odpovědí od respondentů. Otázky byly zvoleny tak, aby umožnili zhodnotit konkrétní skupinu respondentů z hlediska věku, pohlaví, pracovní způsobilosti (ekonomické produktivnosti) a zhodnocení k přístupu nakládání s BRKO v jejich domácnosti a jejich názoru ke zpracování a vyžívání tohoto druhu odpadu.

Rovněž byl v dotazníku ponechán prostor pro vlastní názory a připomínky, který však nikdo z respondentů nevyužil.

Z důvodu dodržení a respektování pravidel pro ochranu osobních údajů, kde se řadí i jméno či jeho uvedení bez odsouhlasení dotazovaného, nebyly tyto dotazy do otázek zahrnuty, z tohoto důvodu lze vyhodnocená data považovat za zcela anonymní.

4.2.2 Popis způsobu sběru dat

Na počátku pro sběr dat byl stanoven plán (výběr části obce pro sběr dat) a harmonogram (min. počet dotazovaných v průběhu jednoho výzkumného dne 30 osob) sběru dat ve zvolené lokalitě na základě osobní návštěvy v jednotlivých částech obce a to v průběhu 10 dnů měsíce března. Tedy na počátku byl předpoklad, že budou vyhodnocena data od 300 obyvatel ve zvolené lokalitě, což odpovídá zhruba $\frac{3}{4}$ celkového počtu všech obyvatel obce při odečtu obyvatel do 15 let.

Z důvodu změny situace a to zejména z hlediska omezení volného pohybu v ČR pro zjištění odpovědí nebyla zvolena osobní komunikace, která by jistě přispěla k získání plánovaného počtu odpovědí od většího okruhu obyvatel. Avšak jediná reálná metoda z důvodů vzniklé situace způsobené koronavirovými opatřeními a z nutnosti získání zpětné vazby od obyvatel obce Laškov byl připraven dotazník v písemné formě, který byl doplněn o průvodní dopis s žádostí o vyplnění materiálu, buď v elektronické, nebo papírové podobě, která byla součástí, a bylo pouze nutné odevzdání do poštovní schránky s přiloženou adresou.

Pro vytvoření dotazníku v elektronické podobě a zaznamenávání odpovědí do programu MS Excel a zejména z důvodu snadnější vyhodnocení bylo využito aplikace, kterou nabízí webové úložiště Disk Google provozované stejnojmennou společností Google a to vytvoření dotazníku, které lze individuálně sdílet mezi dotazovanými osobami.

Dotazník je považován za nejjednodušší typ získání informací, v případě, je-li zajištěna návratnost. V tomto konkrétním případě bylo celkem rozneseno mezi obyvatele obce 120 tištěných dotazníků, včetně odkazu na elektronickou verzi, pro zjednodušení doručení odpovědí. Dotazníky byly rozneseny v polovině března s termínem doručení odpovědí do max. 29. 3. 2020.

4.2.3 Vyhodnocení získaných dat

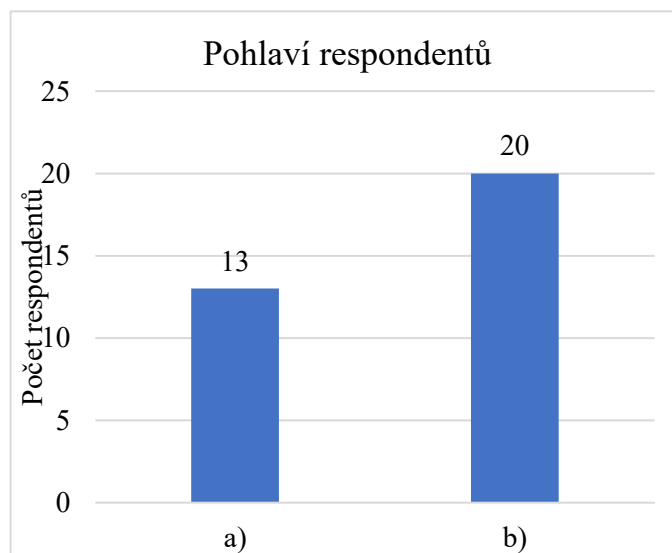
V předchozí podkapitole byl vysvětlen a popsán záměr a postup pro sběr dat. V této podkapitole bude čtenář obeznámen s vyhodnocením výsledků.

Na počátku tohoto záměru bylo zapojeno celkem 120 domácností v obci Laškov a to na základě doručení dotazníku do jejich poštovních schránek. Po 14 denním časovém intervalu bylo získáno pouhých 39 odpovědí zpět, což odpovídá zhruba 1/3 zisku zpětné vazby. Z toho počtu využilo 26 respondentů elektronickou podobu dotazníku a 13 respondentů papírovou formu. Na základě vyhodnocování dotazníku bylo zjištěno, že u 6 respondentů nebyly zodpovězeny všechny dotazy. Na základě tohoto zjištění a pro získání ucelených informací byli tito respondenti vyřazeni. Důvodem bylo zamezit zkreslení a tím ovlivnění konečných výsledků.

Získaná praktická data z programu MS Excel po vyhodnocení všech dotazníků byla následně převedena do grafické podoby, aby umožnila lépe stanovit závěry na základě získaných poznatků a ty následně využít pro praktickou část této práce.

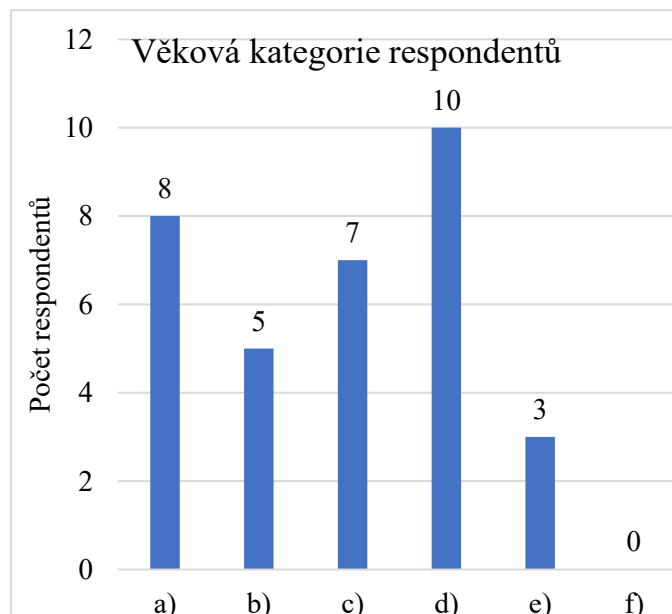
1. Jaké je Vaše pohlaví?

- a) Muž
- b) Žena



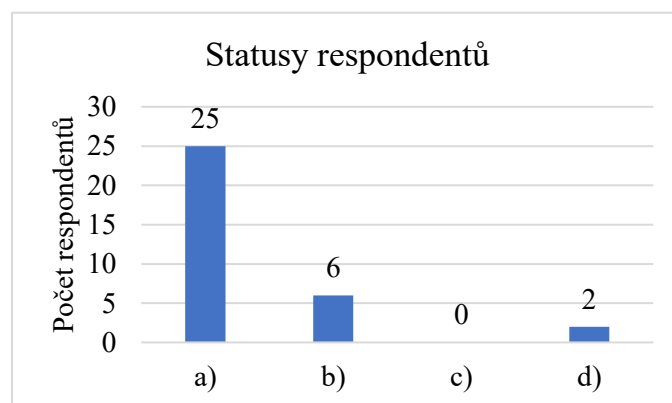
2. Do jaké věkové kategorie patříte?

- a) 19 – 29 let
- b) 30 – 39 let
- c) 40 – 49 let
- d) 50 – 59 let
- e) 60 – 69 let
- f) 70 a více let



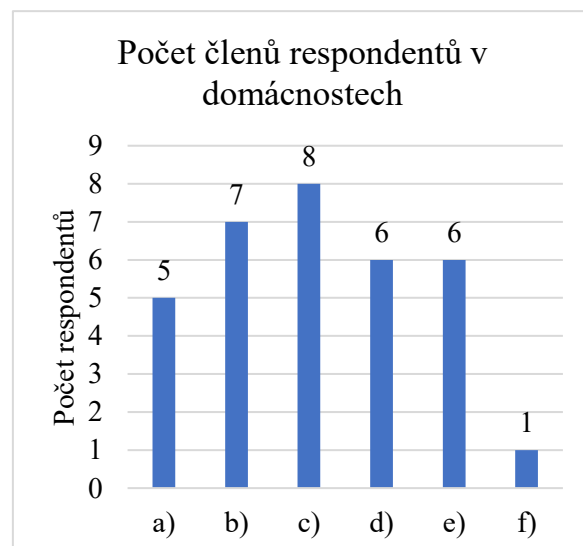
3. Jaký je Váš status?

- a) Zaměstnaný
- b) Nezaměstnaný
- c) Mateřská dovolená
- d) Důchodce



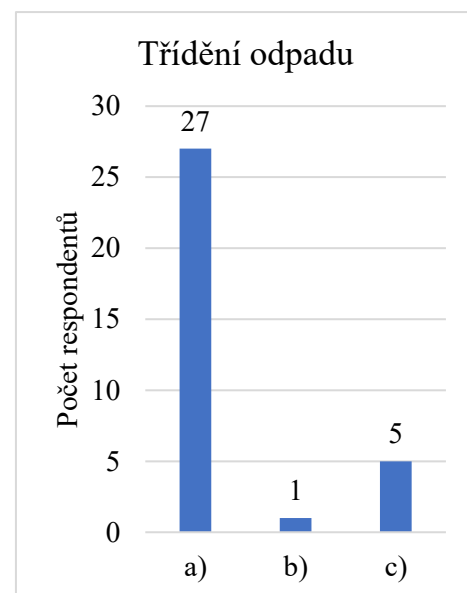
4. Jaký je u Vás počet členů v domácnosti?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6



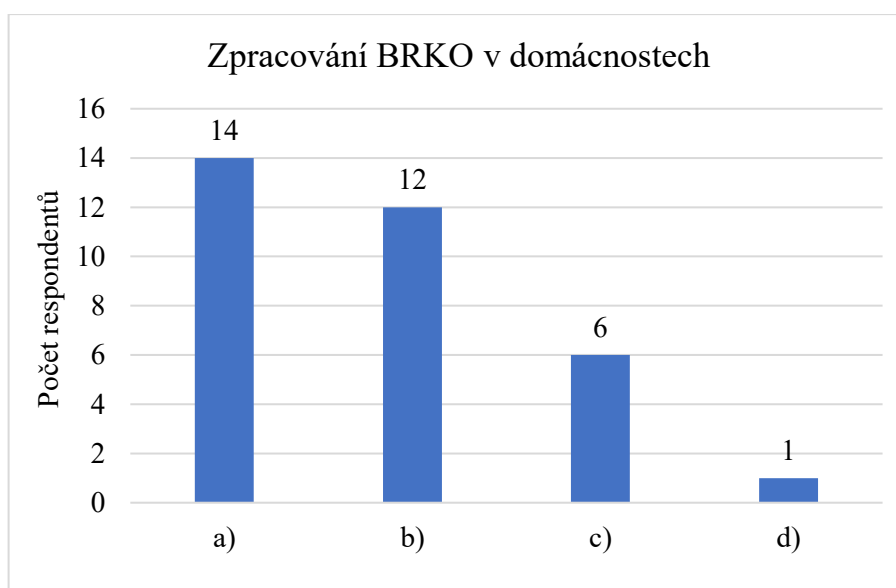
5. Třídíte odpad vyprodukovaný Vaší domácností?

- a) Ano – vidím v tom smysl
- b) Ne – nevidím v tom smysl
- c) Někdy



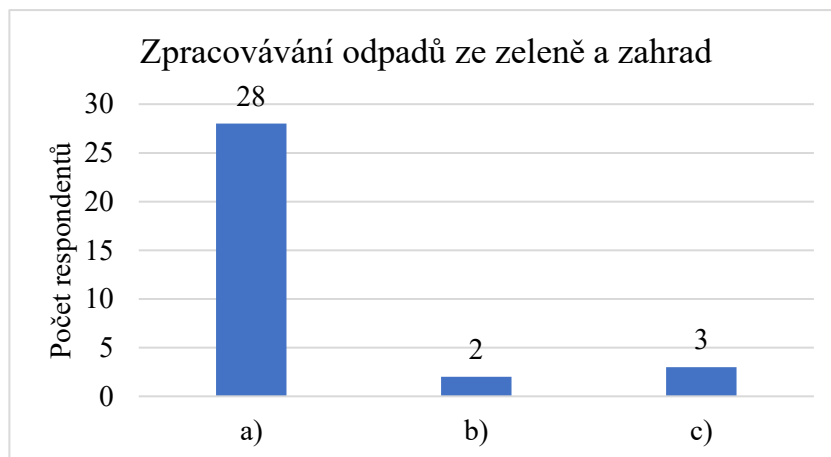
6. Jak zpracováváte biologicky rozložitelný komunální odpad z Vaší domácnosti? (tzn. odpad z kuchyně rostlinného, živočišného původu např. slupky od ovoce/zeleniny, odřezky masa, čajové sáčky, zbytky jídla, ale i odpad ze zahrad).

- a) Máme na zahradě kompostér
- b) Tento druh netřídím, dávám ho do popelnice na SKO.
- c) Část odpadu do kompostéru, část zkonzumují domácí zvířata.
- d) Jiné (zvolíte-li tuto variantu buďte konkrétní)



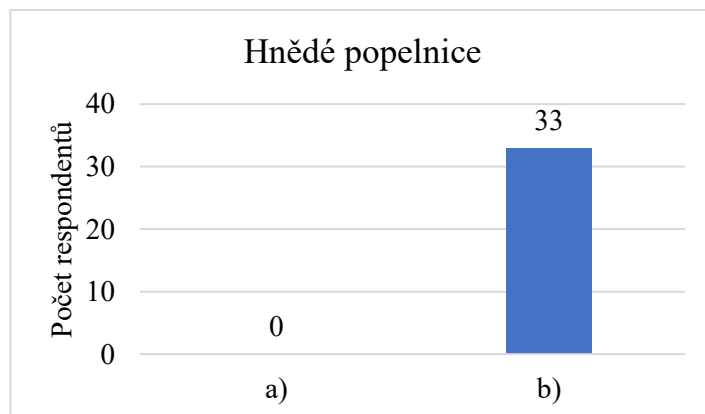
7. Jak zpracováváte odpady ze zeleně, zahrad?

- a) Máme na zahradě kompostér
- b) Nezpracovávám, dávám ho do popelnice na SKO
- c) Jiné (zvolíte-li tuto variantu buďte konkrétní)



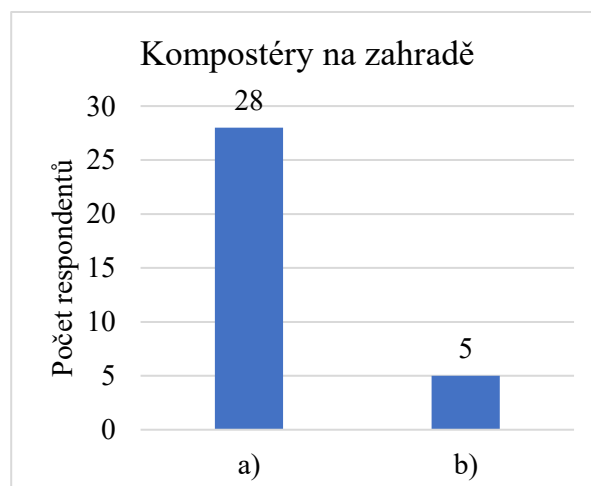
8. Máte u Vás hnědou popelnici?

- a) Ano
- b) Ne



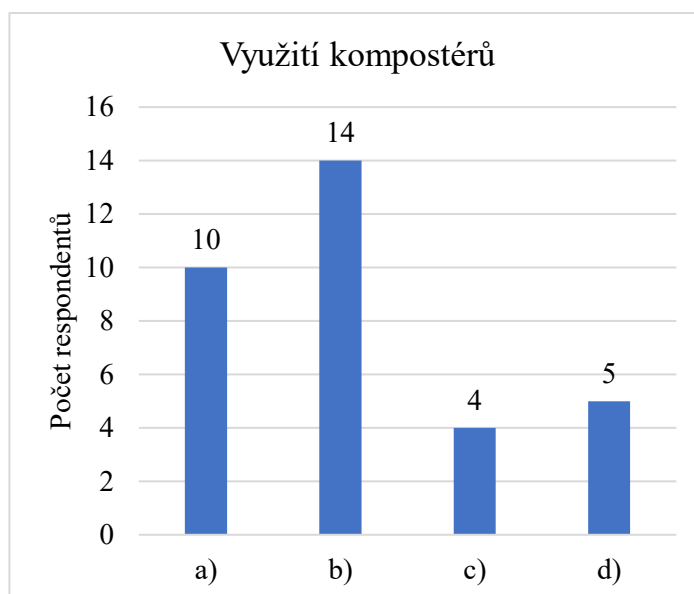
9. Využíváte kompostér na své zahradě?

- a) Ano
- b) Ne



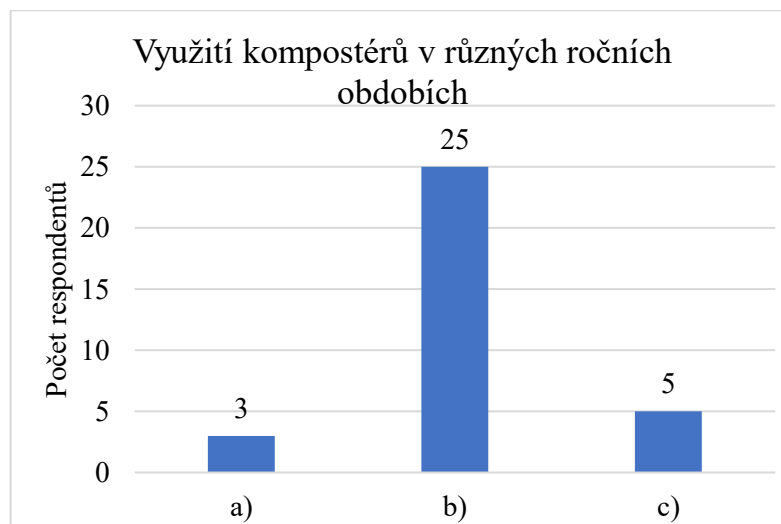
10. Pokud jej využíváte, jak často?

- a) Denně
- b) Několikrát za měsíc
- c) Méně než 1x měsíčně
- d) Nikdy



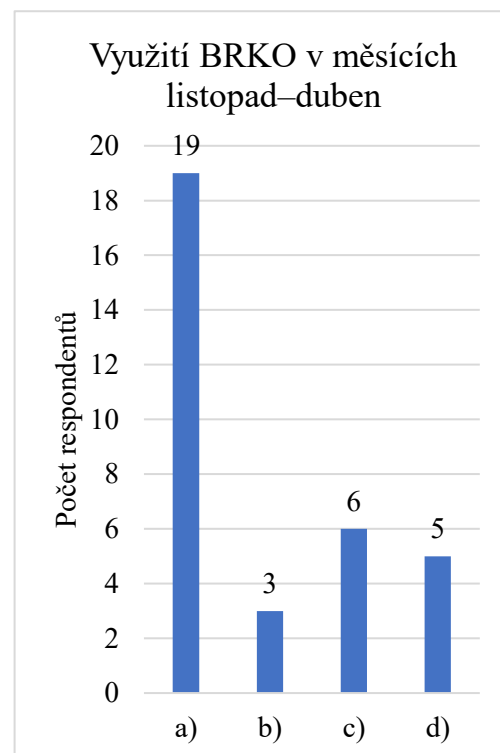
11. V jakých měsících ho nejčastěji využíváte?

- a) Celoročně
- b) V období vhodném pro kompostování (duben – listopad)
- c) Nikdy



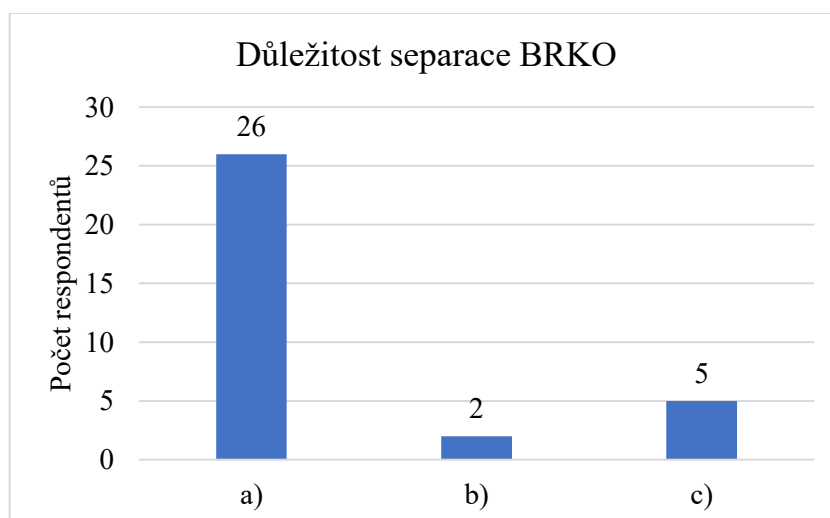
12. Jak nakládáte s BRKO v měsících listopad–duben, když domácí kompostování nelze využít?

- a) Dávám do koše (SKO)
- b) Stále dávám do kompostéru
- c) Dávám domácím zvířatům ke konzumaci
- d) Nevyužívám kompostér



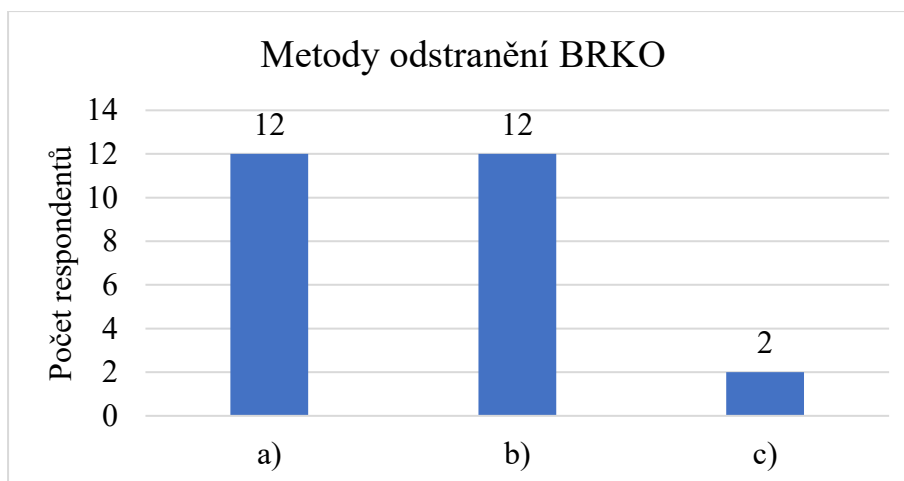
13. Biologicky rozložitelný komunální odpad je součástí komunálního odpadu (tvoří cca 45 %). Je podle Vás důležité tento odpad separovat, aby nedocházelo k ukládání na skládky?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nevím, nejsem obeznámen s touto problematikou



14. Pokud ano, jaká by podle Vás měla být metoda odstraňování BRKO?

- a) Kompostování
- b) Anaerobní digesce (neboli bioplynové stanice, zjednodušeně je to rozklad odpadu bez přístupu vzduchu)
- c) Spalování



4.2.4 Výsledné zhodnocení

Pro vyhodnocení dotazníku, jak bylo shrnuto již výše, bylo celkem zapojeno 33 respondentů. Jak je patrné z grafického vyhodnocení první otázky dotazníku hlavními respondenty byly ženy a to v zastoupení 61 %, muži tvořili méně než polovinu tedy 39 %. Z toho můžeme např. usuzovat, že z hlediska zapojení respondentů do dotazníku, mají ženy bližší vztah ke zpracování kuchyňského i zahradního odpadu z domácností. Grafické vyhodnocení otázky č. 2 nám říká, že nejvíce respondentů (30 %) je mezi věky 50 – 59 let. Nulové zastoupení zaujímala věkové kategorie 70 let a více, což je velice pochopitelné. Většina lidí s vyšším věkem zřejmě nemá přístup k internetu, tudíž nemohla odpovědět. Status zaměstnaný tvoří u respondentů 76 %, dále zodpovídali dotazník nezaměstnaní (18 % – dovoluji si tipovat studenty) a jako poslední respondenti byli 2 důchodci (6 %).

Zastoupení počtu členů v rodinách respondentů je různorodé. Nejčastější odpověď respondentů ukazuje na 3 členy v rodinách, a to v počtu odpovědí celkem osmi osob, což tvoří 24 % z celkového počtu odpovědí. Nejméně zastoupená odpověď, kterou zodpověděl jeden respondent je 6 členů rodiny, což odpovídá hodnotě 3 %. Z grafického zhodnocení otázky č. 5 je zřejmé, že většina respondentů a to celkem 82 % vidí smysl ve třídění odpadu a také se této činnosti věnuje. Pouze 15 % respondentů třídí jen občasné a pouhý

1 respondent ve třídění nevidí smysl. Z výše zodpovězené otázky na věk respondentů a otázky na separaci, můžeme dedukovat, že lidé narození kolem roku 1965 a mladší generace mají kladný vztah k separaci odpadů.

Dle vyhodnocení otázky č. 6 biologicky rozložitelný komunální odpad v domácnostech zpracovává 14 osob, tím způsobem, že na zahradě vlastní kompostér. Další způsob zpracování u šesti osob je, že tento odpad buď také dávají do kompostéru či část dávají ke konzumaci domácím zvířatům. Kompostér tedy vlastní 61 % respondentů, 36 % lidí tento odpad nijak nerozlišuje a dává ho do SKO. Jeden z dotazovaných respondentů využívá k ukládání BRKO místa k tomu vyhrazena obecním úřadem (zámecký park, školní zahrada). Odpady ze zeleně a zahrad v 85 % respondenti zpracovávají ve svých zahradních kompostérech, 6 % z nich je hází do popelnice společně s SKO a 3 respondenti, neboli 9 %, tyto odpady opět zaváží do velkoobjemných kontejnerů. Na otázku č. 8, zda mají respondenti hnědou popelnici na BRKO, zvolili všichni možnost b), tedy nikoliv. Biologicky rozložitelné odpady se tedy v obci touto cestou nesváží.

Kompostéry na zahradách našly využití v 85 % domácností. Největší počet respondentů 42 % zodpovědělo na otázku: „Jak často ho využívají?“, několikrát za měsíc. Druhá nejvíce obsazená možnost byla denně. Méně, než 1x měsíčně ho využívá 12 % respondentů a 15 %, jak už bylo zmíněno výše, ho nepoužívají vůbec. Je možné tedy usuzovat, že 12 % respondentů, kteří využívají kompostér na svých zahradách, mohou mít v obci pouze chatu, to vede k menší produkci tohoto odpadu. Využití kompostér najde nejčastěji (ve $\frac{3}{4}$ dotazovaných respondentů) v měsících vhodných pro jeho používání, tedy (duben – listopad). Někteří respondenti, přesněji 9 % z nich, jej využívají celoročně. Na otázku č. 12, jak nakládají s BRKO v měsících (listopad – duben), 19 respondentů (58 %) zodpovědělo, že se ho zbavují házením do koše (SKO). U šesti respondentů (18 %), našel tento odpad využití u domácích zvířat, které ho konzumují. Využití kompostérů na zahradách jednotlivých rodin v zimních měsících klesá, z těchto dat můžeme usuzovat, že ukládání tohoto druhu odpadu do popelnic zvyšuje celkovou produkci a tím se zvyšuje ukládání na skládkách.

Z grafického znázornění třinácté otázky je patrné, že 79 % (tedy 26 respondentů), věří, že je separace BRKO velice důležitá a není jim lhostejné ukládání tohoto odpadu na skládky. Méně než čtvrtina, není obeznámena s touto problematikou, tudíž si nevěděli rady. Nedůležitost separace BRKO připadá dvěma respondentům. Z poslední otázky lze dedukovat, že lidé se více přiklání k možnostem kompostování a využití BRKO

v bioplynových stanicích. Spalování jim s největší pravděpodobností přijde nejméně vhodné, z důvodu stále se opakujícího upozornění na vznik nežádoucích látek a následné unikání do ovzduší.

Získané výsledky z této části bakalářské práce v tuto chvíli nemají významnou vědeckou hodnotu, jelikož se jednalo v prvopočátku o vyhodnocení činnosti doplňkového výzkumu praktické části pouze na základě 33 dotazovaných, což je pro stanovení finálních závěrů a doporučení velmi nízký vzorek respondentů (doporučení pro sběr vzorku min. 100, což byl prvotní záměr). Avšak i takto získaná data přispěla k lepší představě o využití kompostérů v jednotlivých domácnostech, a tím k navedení a promyšlení ideálního návrhu využití tohoto odpadu v měsících, kdy respondenti ve většině nevyužívají své kompostéry a ukládají BRKO do popelnic na SKO.

4.3 Současný stav nakládání s odpady v obci Laškov, konkrétně s BRKO

Pro určení stavu nakládání s odpady jsem se obrátil na Obecní Úřad obce Laškov. Byla mi poskytnuta data k produkci odpadů za roky 2017, 2018, 2019.

V následující tabulce č. 4.1 jsou vypsány produkce separovaných typů odpadů (sklo, sklo bílé, papír, plasty, SKO) za roky 2017, 2018 a 2019, která jsem využil pro zpracování praktické části této práce.

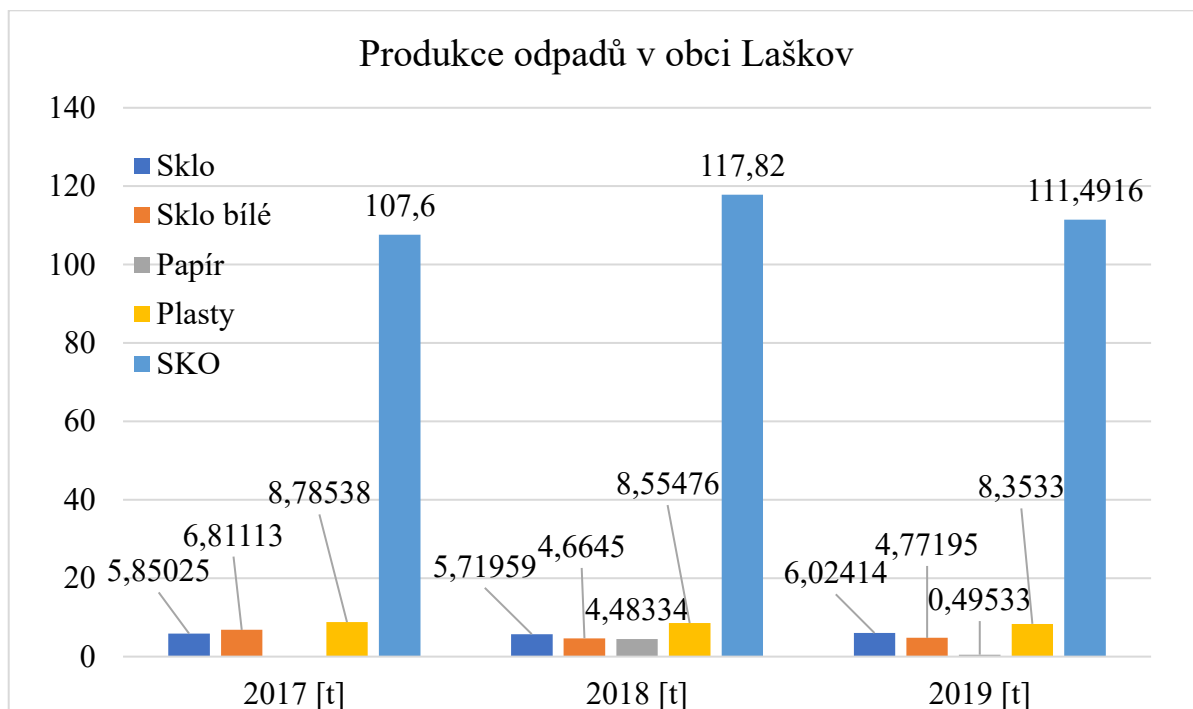
Tabulka č. 4.1: Produkce odpadů v obci Laškov za roky 2017 - 2019

Produkce odpadů obce Laškov za roky 2017 - 2019				
	2017 [t]	2018 [t]	2019 [t]	Σ [t]
Sklo barevné	5,85	5,72	6,02	17,6
Sklo bílé	6,81	4,66	4,77	16,25
Papír	0,00	4,48	0,5	4,98
Plasty	8,79	8,55	8,35	25,7
SKO	107,6	117,82	111,49	336,91
Celkem	129,05	141,24	131,14	401,43

*Pozn: Produkce papíru za rok 2017 nebyla z poskytnutých dat dostupná, proto bylo množství uvedeno dle skutečných dat.

V tabulce je vypočítána celková produkce jednotlivých odpadů za období 2017 – 2019. Jak je z tabulky č. 4. 1 zřejmé, za poslední 3 roky se v obci Laškov vyprodukovalo 17,60 tun skla barevného, 16,25 tun skla bílého, 4,98 tun papíru, 25,7 tun plastů a 337 tun SKO.

Na následujícím obrázku č. 4.2 je graficky znázorněna produkce odpadů v obci Laškov za období tří let.



Obrázek č. 4.2: Produkce odpadů v obci Laškov za období 2017 - 2019

Z grafického znázornění je patrné, že největší část v produkci odpadů tvořil SKO o celkové hmotnosti za 3 roky skoro 337 tun. Celková produkce separovaných odpadů tvořila 64,5 tun.

V následující tabulce č. 4.2 jsou zaznamenány náklady na odpady a jejich přepravu za období posledních třech let a to 2017 - 2019.

Tabulka 4.2: Náklady na odpady v obci Laškov za období 2017 - 2019

Náklady na odpady						
	2017	Přepravy	2018	Přepravy	2019	Přepravy
	[Kč]					
Plasty	21963,48	26520	24988,56	46820	31059,7	81750
Papír	0	26920	0	42440	0	63690
Sklo barevné	0	6240	0	9840	0	10320
Sklo bílé	0	6760	0	9040	0	15080
SKO	127 521,90	77 220	128 305,00	119680	149424	158450
Pronájem kontejneru na plast (110 l)		1800	1650		1800	
Náklady celkem	151285,38		154 943,56		182284	
Přeprava celkem		143660		227820		329290
Celkem (náklady+přeprava)	294945,38		382 763,56		511574	
Celkem +15 % DPH	339 187,19		440 178,02		588 310,12	

Z tabulky č. 4.2 zřejmé, že co se týče ceny nákladů za odpady a ceny za přepravu, rok od roku rostou. Z obrázku č. 4.2, který je uveden výše si můžeme povšimnout, že produkce odpadů v obci za poslední roky se drží v konstantní linii. V roce 2019 byla produkce dokonce menší o přibližně 10 tun. Je tedy jasné, že náklady na odpady se rok od roku zdražují. Celková cena za náklady v roce 2019 vzrostla o 249 122 Kč, to je o 73% nárůst ceny oproti roku 2017.

Odpad ze zeleně a biologicky rozložitelný odpad se v obci neeviduje, jelikož se ukládá ve velkoobjemových silech, na které jsou speciálně vyhrazeny místa v zámeckém parku a školní zahradě. Vzniklý kompost se využívá pro potřeby a úpravy terénu obce. Odhadem je produkce tohoto odpadu přibližně 8 – 9 tun za rok.

Hřbitovní odpad se v obci vyváží 2x ročně v množství cca 1,5 – 2 tun za vývoz. Ten se dále rozděluje na odpad vhodný ke kompostování, odpad k recyklaci a ostatní komunální odpad.

Domácí kompostéry

Z dotací státu se podařilo v roce 2015 rozdat v obci přibližně 200 kompostérů typu KOMP 1050. To odpovídá počtu obydlených domů v obci ke sčítání lidu v roce 2011. Dá se tedy předpokládat, že kompostér obdržela každá rodina bydlící v rodinném domě. Dle výše uvedeného dotazníku je zřejmé, že občané ho využívají především k odstraňování odpadu ze zeleně a zahrad a také BRKO. Největší využití nachází kompostér v období (duben– listopad). V období listopad – duben, kvůli správnému zajištění podmínek pro kompostování, není vhodné tyto kompostéry využívat, a také to tak dle dotazníku obyvatelé dodržují. I přesto, se však najdou obyvatelé, kteří tyto kompostéry používají celoročně.

Tento aspekt mě vedl k zjištění produkce BRKO z kuchyňského odpadu z domácností, jelikož ho nelze touto metodou nijak v zimním období zpracovat či využít.

5 Zjištění reálné produkce kuchyňského odpadu z vybraných domácností v dané lokalitě

Pro naplnění cíle mé bakalářské práce, již je najít řešení či zlepšení nakládání s BRKO převážně z kuchyňských odpadů vyprodukovaných domácnostmi, jelikož tento odpad se produkuje po dobu celého roku a jeho využití na kompost je maximálně v období duben – listopad. Experiment sběru kuchyňského odpadu probíhal v březnu roku 2020 po dobu 4 týdnů. Přesněji od 2. 3. – 29. 3. 2020, konkrétně tedy po dobu 28 dnů. Do tohoto experimentu mimo mě samotného (1 člen v domácnosti) se zapojily další 2 rodiny ve zkoumané lokalitě, které měly 2 a 2,5 členů (2 dospělí a 1 dítě). I když naše domácnost je tří členná, z profesního důvodu mých rodičů a různých omezení v období řešení experimentální části, bylo vhodnější vztáhnout experiment pouze na mou osobu.

Pro získání skutečných údajů o produkci kuchyňského odpadu v jednotlivých domácnostech byl stanoven plán a harmonogram, na kterém se všechny zúčastněné domácnosti předem dohodly. Všechny údaje o produkci a konkrétním druhu BRKO, ať už živočišného či rostlinného původu byly zaznamenávány do programu MS Excel, pro jednodušší sběr dat a následné vyhodnocení všech údajů.

Jednotlivé domácnosti jsou pro přehlednost označovány následovně:

- **Vzorek 1 (počet členů 2,5).**
- **Vzorek 2 (počet členů 1).**
- **Vzorek 3 (počet členů 2).**

Získaná data byla následně využita pro výpočty, návrhy a predikce tak, že byla přepočtena a vztažena na jednu osobu/den/měsíc/rok (člena domácnosti). Takto získaná data byla následně aplikována na celkový počet obyvatel v obci Laškov a přepočítána na produkci odpadu a srovnána s POH a cílem EU.

V následující tabulce č. 5.1 je pro představu uveden příklad zápisu sběru kuchyňského odpadu v domácnosti po celou dobu sběru dat v průběhu experimentu. Záznam představuje skladbu a produkci kuchyňského odpadu za dobu 28 dní u 1 členné domácnosti. Takto vytvořený záznam byl proveden i u dalších zapojených rodin. Tento záznam byl následně přepočten na jednotlivé týdny a zejména pak na osobu/den/měsíc/rok, které byly využity pro další výpočty a návrhy.

Tabulka č. 5.1: Příklad sběru kuchyňského odpadu za celé období sběru (domácnost 1 člen)

Měsíc březen (2. 3. - 29. 3. 2020)		
Datum	Druh	Množství [g]
02. 03. 2020	Sáček od čaje	7
	Půlka vymačkaného citronu	35
	Skořápky od vajec	32
03. 03. 2020	Slupka od cibule	18
	Slupka od česneku	5
	Odřezky krůtího masa	134
	Pomelo	156
	Skořápky od vajec	35
04. 03. 2020	Slupka od banánu	72
05. 03. 2020	Mrkev	24
	Celer	26
	Slupka od cibule	40
	Slupka od česneku	42
	Mandarinka	194
	Mango + pecka	158
06. 03. 2020	Sáček od čaje	8
07. 03. 2020	Slupka od cibule	35
	Slupka od banánu	60
	Skořápky od vajec	43
	Mrkev	12
08. 03. 2020	Skořápky od vajec	16
	Slupka od kiwi	32
	Sáček od čaje	10
	Slupka od banánu	62
	Paprika	16
09. 03. 2020	Skořápky od vajec	15
	Šípky	65
	Slupky z brambor	88
	Půlka vymačkaného citronu	16
	Sáček od čaje	8
10. 03. 2020	Paprika	5
11. 03. 2020	Slupka od kiwi	25
	Skořápky od vajec	16
	Sáček od čaje	7
	Slupky z grepu	112
	Paprika	15
12. 03. 2020	Sáček od čaje	8
	Skořápky od vajec	35
13. 03. 2020	Mrkev	15

	Pomerančová kůra	84
	Slupka od kiwi	21
	Sáček od čaje	8
	Kafe	259
14. 03. 2020	Půlka vymačkaného citronu	38
	Slupka od kiwi	26
	Mrkev	20
15. 03. 2020	Sáček od čaje	8
	Skořápky od vajec	17
	Slupka od cibule	32
	Citron	63
16. 03. 2020	Paprika	25
	Kiwi	43
	Sáček od čaje	17
	Půlka vymačkaného citronu	27
	Slupka od cibule	18
17. 03. 2020	Skořápky od vajec	35
	Sáček od čaje	9
	Kiwi	125
	Paprika	38
	Grep	138
	Pomerančová kůra	89
	Svíčková	86
	Slupky od brambor	50
	Kebab	250
	Kafe	237
18. 03. 2020	Slupka od banánu	60
	Skořápky od vajec	42
19. 03. 2020	Sáček od čaje	16
	Jablko	28
20. 03. 2020	Půlka vymačkaného citronu	26
	Skořápky od vajec	45
21. 03. 2020	Půlka vymačkaného citronu	23
	Slupka od banánu	56
	Sáček od čaje	8
	Slupky od brambor	50
	Slupka od cibule	6
	Mrkev	35
22. 03. 2020	Jablko	15
	Sáček od čaje	8
	Půlka vymačkaného citronu	30
	Okurky	5
23. 03. 2020	Skořápky od vajec	50

	Jahody	20
	Slupky od brambor	54
	Půlka vymačkaného citronu	23
	Mrkev	10
	Paprika	8
	Candát kůže	30
24. 03. 2020	Skořápky od vajec	47
	Paprika	10
	Mrkev	12
	Půlka vymačkaného citronu	26
	Sáček od čaje	32
25. 03. 2020	Okurka	36
	Skořápky od vajec	16
	Odřezky krůtího masa	32
	Sáček od čaje	16
	Jablko	32
26. 03. 2020	Skořápky od vajec	34
27. 03. 2020	Sáček od čaje	16
28. 03. 2020	Skořápky od vajec	31
	Pomerančová kůra	91
	Jablko	34
29. 03. 2020	Skořápky od vajec	56
	Borůvky	2
Produkce celkem		4636

V tabulkách č. 5.2, 5.3 a 5.4 je z nasbíraných dat zapojených jednotlivých domácností vypočítána celková produkce odpadu za jednotlivé týdny. Následně celková produkce všech týdnů a produkce na osobu. Srovnáme-li vzorky, je patrné, že největší produkce na osobu byla u vzorku 1. U vzorků 2 a 3 se produkce na osobu od sebe výrazně neliší.

Tabulka č. 5.2: Produkce kuchyňského odpadu rodiny 1

Vzorek 1 (2,5 os.)	
Týden	Celková produkce [g]
1. týden (2. 3 – 8. 3. 2020)	4553
2. týden (9. 3 – 15. 3. 2020)	4609
3. týden (16. 3 – 22. 3. 2020)	5398
4. týden (23. 3 – 29. 3. 2020)	4556
Produkce celkem	19116
Produkce na os./28 dní	7646,4
Produkce na os./den	273,10

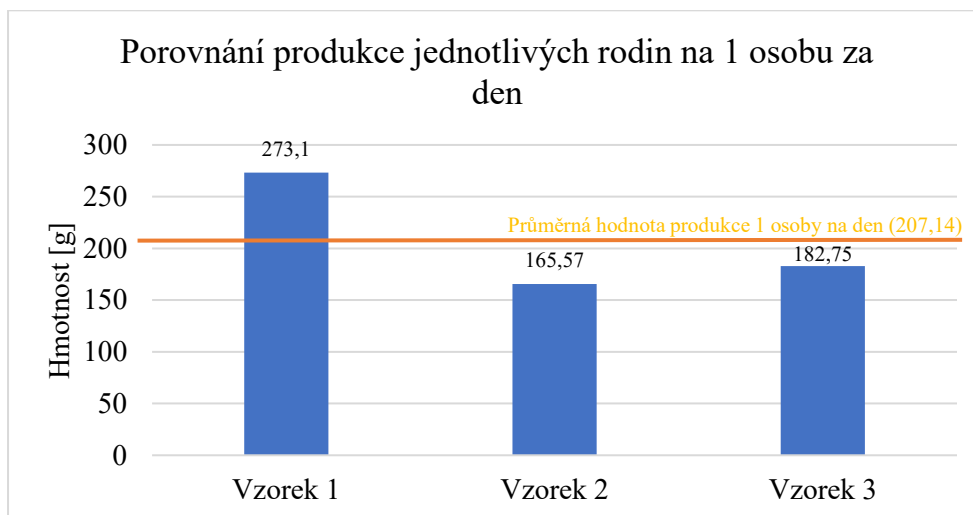
Tabulka č. 5.3: Produkce kuchyňského odpadu rodiny 2

Vzorek 2 (1 os.)	
Týden	Celková produkce [g]
1. týden (2. 3 – 8. 3. 2020)	1272
2. týden (9. 3 – 15. 3. 2020)	1006
3. týden (16. 3 – 22. 3. 2020)	1640
4. týden (23. 3 – 29. 3. 2020)	718
Produkce celkem	4636
Produkce na os./28 dní	4636
Produkce na os./den	165,57

Tabulka č. 5.4: Produkce kuchyňského odpadu rodiny 3

Vzorek 3 (2 os.)	
Týden	Celková produkce [g]
1. týden (2. 3 – 8. 3. 2020)	3396
2. týden (9. 3 – 15. 3. 2020)	1940
3. týden (16. 3 – 22. 3. 2020)	1660
4. týden (23. 3 – 29. 3. 2020)	3238
Produkce celkem	10234
Produkce na os./28 dní	5117
Produkce na os./den	182,75

Na následujícím obrázku č. 5.1 jsou pro přehlednější znázornění zaznamenány z předchozích tabulek zpracována do grafické podoby. Jak bylo zmíněno, data byla v závěru přepočtena na 1 osobu/den.



Obrázek č. 5.1: Grafické porovnání produkce jednotlivých rodin přepočteno na 1 osoba/den

Z grafu je zřejmé, že produkce kuchyňského odpadu je u každého vzorku rozdílná. U vzorku 1 je produkce jedné osoby za den nejvyšší a to téměř o 108 g oproti vzorku 2 a 3. Vzorek 1 má vyšší produkci kuchyňského odpadu o 65 % než vzorek 2. Oproti tomu u vzorku 2 a 3 není z hlediska přepočtu na jednu osobu tak výrazný rozdíl.

Z produkce jednotlivých rodin odpadu na osobu byla vypočítána průměrná produkce na 1 osobu za rok a následně vztažena a přepočtena na počet obyvatel obce Laškov.

Průměrná produkce kuchyňského odpadu na 1 osobu za den = 207,14 g

$$\begin{aligned} \text{Prům. produkce BRKO na osobu za rok} &= 207,14 \cdot 365 \text{ dní v roce} \\ &= 75606,1 \frac{\text{g}}{\text{os}} \cdot \text{za rok} = 75,6 \text{ kg/rok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Celková produkce BRKO obce Laškov} &= 75\,606,1 \cdot 584 \text{ obyvatel} \\ &= 44\,153\,962,4 \text{ g} = 44,15 \text{ tun} \end{aligned}$$

Z dat od Obecního úřadu byla vypočítána průměrná produkce SKO na osobu za rok 2019, ta činila 191 kg/os. Z předešlých výpočtů byla zjištěna průměrná produkce BRKO na osobu, která byla vypočítána na 75,6 kg/os./rok. Procentuální podíl BRKO tvoří ve SKO 39,56 %. Abychom zjistili, zda obec Laškov plní cíl omezení skládkování, který je součástí POH SMP, musíme zjistit, kolik se v Prostějově v roce 1995 vyprodukovalo BRKO na osobu. Základna z roku tvoří 7.380 tun/rok, po přepočtení na obyvatele, kterých bylo v Prostějově v roce 1995 50.051, produkce tvoří 147,40 kg/os. To činí pokles produkce BRKO na osobu o 48,7 % od roku 1995. Abychom zjistili, zda splňuje obec cíl, je nutné zjistit, jak SMP (Statutární Město Prostějov) nakládá s SKO. Z důvodu toho, že nebyla poskytnuta zpětná vazba ze strany Obecního úřadu města Prostějov a nenalezení jiných dostupných dat o zpracování BRKO, jsem byl nucen použít jediná nalezená data z POH SMP z roku 2015. V roce 2015 se na skládku SKO uložilo 3.446,40 tun, energeticky se využilo

v ZEVO SAKO Brno přibližně 4.386,40 tun SKO. Celková produkce tedy tvoří 7832 tun SKO. Po přepočítání na procentuální zastoupení jednotlivých zpracování odpadu, jsem zjistil, že 56 % odpadu se zpracuje spaláním a 44 % se uloží na skládku. Je tedy nutné celkové hmotnostní procento produkce BRKO zredukovat o 56 %, jelikož ne všechen jde na skládku. Po přepočtení je výsledkem 33,26 kg odpadu na osobu za rok. To tvoří 22,57 % odpadu, který se uloží na skládku. Cíl skládkování je tedy **splněn** s rezervou 12,43 %.

5.1 Skladba kuchyňského odpadu

Mimo zkoumání produkce BRKO na jednu osobu a den, které je podrobně rozepsáno v předchozí podkapitole byla pozornost věnována i skladbě kuchyňského odpadu. Důvodem je, že složení kuchyňského odpadu může být velice proměnlivé. Hlavní důvod proměnlivosti ve složení je zejména silně závislé na stravovacích návycích spotřebitelů. Kuchyňský odpad je velice heterogenní materiál s vysokým obsahem vlhkosti. Skladba kuchyňského odpadu může být v různých zemích značně rozdílná a nepředvídatelná. Charakteristickým prvkem kuchyňského odpadu je vysoký obsah organických – biologicky rozložitelných složek. Obsahuje přibližně: 70 % sacharidů, 20 % bílkovin a 10 % lipidů. Tento odpad je převážně složen z uhlovodíkových polymerů jako je škrob a polysacharidy, z bílkovin, lipidů, vlákniny a dalších anorganických látek, Tato charakteristika z něj vytváří zajímavou surovinu pro různé biotechnologické procesy. Hodnoty pH v kuchyňském odpadu se pohybují v rozmezí od 4 do 6, jak bylo zmíněno, závisí na skladbě. [31]

V následujících tabulkách níže, je znázorněno složení kuchyňských odpadů v jednotlivých zapojených domácnostech.

Tabulka č. 5.5: Skladba kuchyňského odpadu u vzorku 1

Vzorek 1	1. týden [g]	2. týden [g]	3. týden [g]	4. týden [g]	
Odpad ze zeleniny	1174	1425	1376	595	
Odpad z ovoce	430	696	805	1735	
Citrusy	264	223	67	0	
Čaj/káva	642	644	878	420	
Odpad z květin	85	54	124	21	
Pečivo	539	390	394	267	
Vařená jídla	376	264	1009	790	
Skořápky od vajec	153	172	192	117	
Houby	42	0	0	0	
Mouka	0	33	0	0	
Sladkosti	0	38	20	0	
Oleje	0	287	0	0	
Ostatní	835	581	315	644	
Celkem rostlinný původ	3176	3790	3664	3038	13668 g
Celkem živočišný původ	1364	1017	1516	1551	5448 g

Tabulka 5.6: Skladba kuchyňského odpadu u vzorku 2

Vzorek 2	1. týden [g]	2. týden [g]	3. týden [g]	4. týden [g]	
Odpad ze zeleniny	293	175	227	130	
Odpad z ovoce	578	72	327	88	
Citrusy	191	263	408	140	
Čaj/káva	25	298	295	64	
Odpad z květin	0	65	0	0	
Pečivo	0	0	0	0	
Vařená jídla	0	0	336	0	
Skořápky od vajec	126	83	122	234	
Houby	0	0	0	0	
Mouka	0	0	0	0	
Sladkosti	0	0	0	0	
Oleje	0	0	0	0	
Ostatní	34	0	0	62	
Celkem rostlinný původ	1087	873	1257	422	3639 g
Celkem živočišný původ	160	83	458	296	997 g

Tabulka 5.7: Skladba kuchyňského odpadu u vzorek 3

Vzorek 3	1. týden [g]	2. týden [g]	3. týden [g]	4. týden [g]	
Odpad ze zeleniny	1446	1365	912	1901	
Odpad z ovoce	146	677	196	349	
Citrusy	185	260	0	52	
Čaj/káva	0	0	0	0	
Odpad z květin	175	143	184	0	
Pečivo	0	0	297	280	
Vařená jídla	398	44	45	442	
Skořápky od vajec	0	0	0	0	
Houby	49	72	162	0	
Mouka	0	0	0	0	
Sladkosti	0	0	0	0	
Oleje	0	0	0	0	
Ostatní	136	56	48	214	
Celkem rostlinný původ	2001	2517	1751	2582	8851 g
Celkem živočišný původ	534	100	93	656	1383 g

Následující tabulka, slouží pro lepší názornost jednotlivých druhů odpadu versus vzorky 1,2,3.

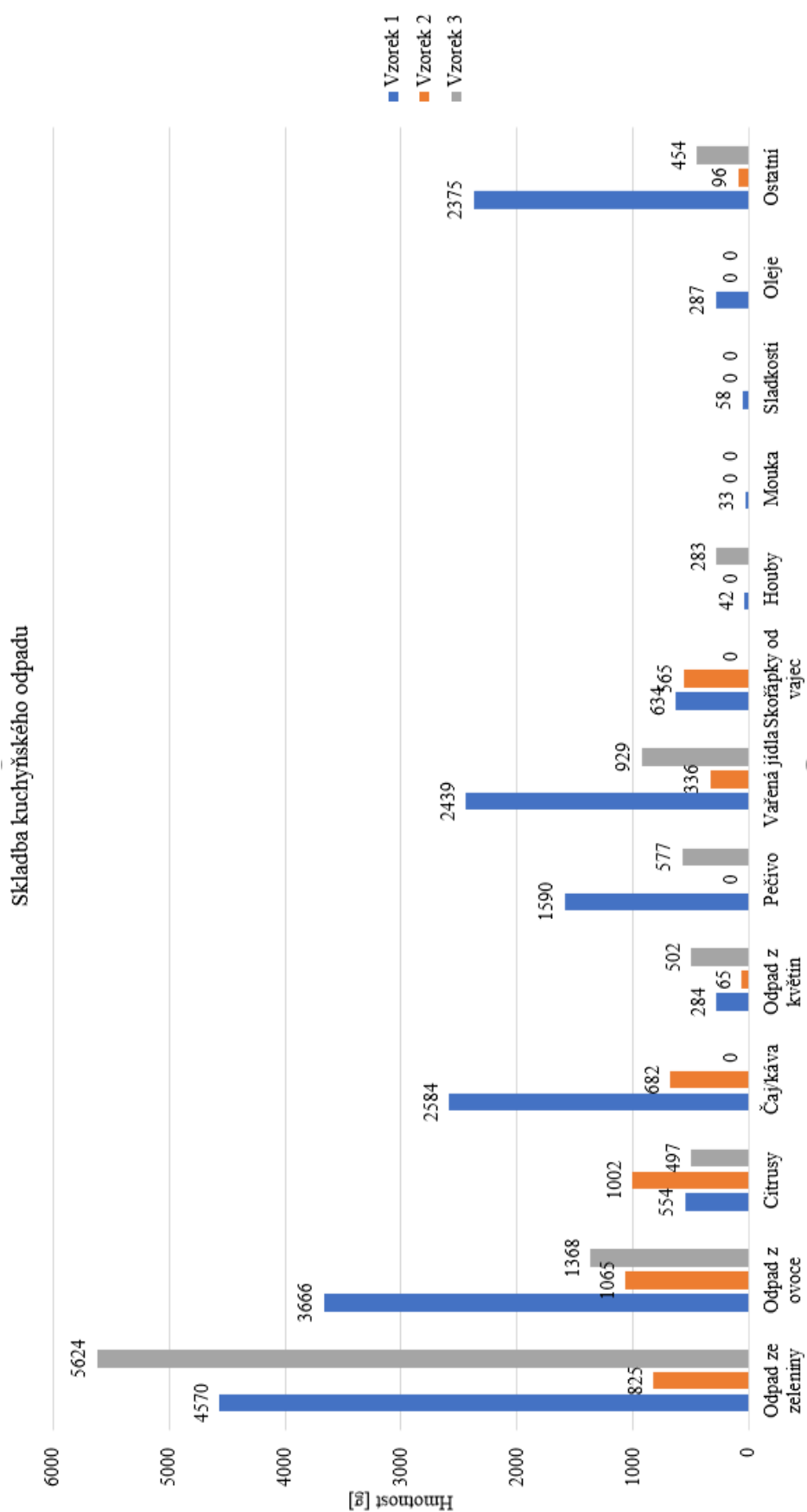
Tabulka 5.8: Druhy versus vzorky 1,2,3

Druhy	Vzorek 1 [g]	Vzorek 2 [g]	Vzorek 3 [g]
Odpad ze zeleniny	4570	825	5624
Odpad z ovoce	3666	1065	1368
Citrusy	554	1002	497
Čaj/káva	2584	682	0
Odpad z květin	284	65	502
Pečivo	1590	0	577
Vařená jídla	2439	336	929
Skořápky od vajec	634	565	0
Houby	42	0	283
Mouka	33	0	0
Sladkosti	58	0	0
Oleje	287	0	0
Ostatní	2375	96	454
Celkem rostlinný původ	13668	3639	8851 g
Celkem živočišný původ	5448	997	1383 g

Z tabulky č. 5.5 je patrné, že nejvyšší celková produkce rostlinného původu byla u vzorku 1. Nejmenší produkce jak rostlinného, tak živočišného původu byla u vzorku 2, procentuální rozdíl rostlinného původu je ale vyšší než u vzorku 1. U vzorku 1 tvoří rostlinný původ přibližně 71 %, kdežto u vzorku 2 je zastoupení rostlinného původu 78 %.

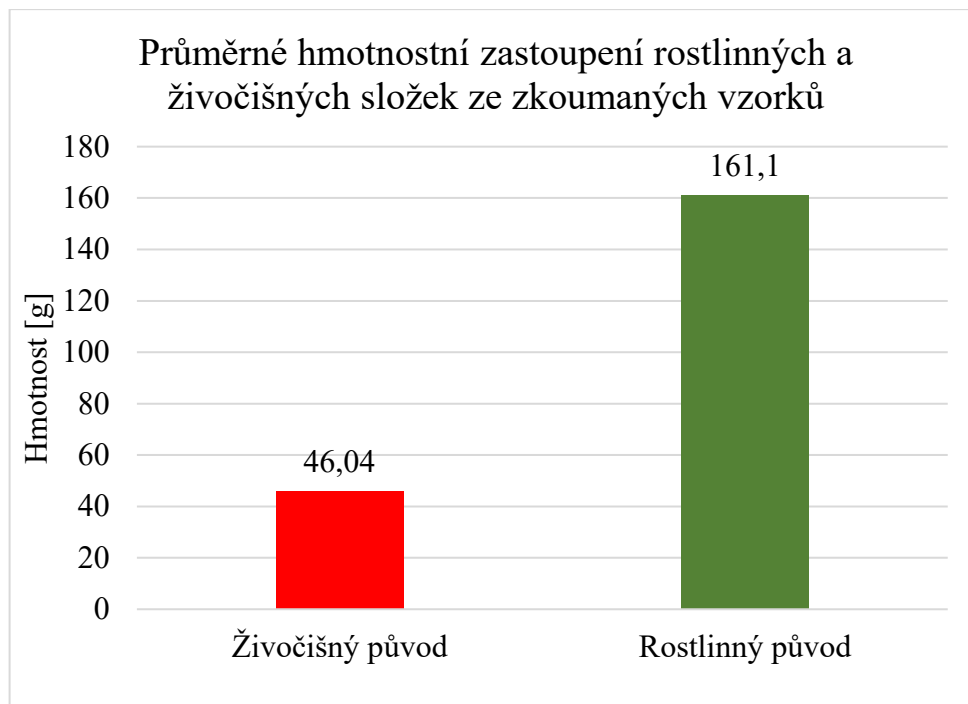
Na obr. č. 5.2 je pro lepší představu graficky znázorněna různorodost kuchyňského odpadu v jednotlivých domácnostech, které byly zapojeny do experimentální části.

Obrázek č. 5.2: Skladba kuchyňského odpadu



Z grafického záznamu na obrázku č. 5.2 je patrné, že skladba kuchyňského odpadu je u jednotlivých zkoumaných vzorků domácností velice heterogenní. U Vzorku 1 a 2 tvoří největší zastoupení odpad ze zeleniny, na druhém místě odpad z ovoce.

Na následujícím obrázku č. 5.3, je graficky zpracováno průměrné hmotnostní zastoupení složek rostlinného a živočišného původu v kuchyňském odpadu ze všech zkoumaných vzorků.



Obrázek č. 5.3: Hmotnostní zastoupení složek rostlinného a živočišného původu v kuchyňském odpadu

Z grafického záznamu na obrázku č. 5.3 je zřejmé, že majoritní zastoupení má rostlinný odpad. Po přepočítání naměřených dat bylo zjištěno, že průměrná produkce odpadu rostlinného původu byla o celkovém zastoupení 161,10 g os./den, což odpovídá zhruba 77 %. Odpad živočišného původu byl ve zkoumaných vzorcích po přepočtení zastoupen pouze 46,04 g os./den, což odpovídá 23 % z celkové produkce nasbíraného odpadu u zapojených 3 domácností. Vezmeme-li celkovou produkci vypočtenou v předchozí kapitole: 75,60 kg os./rok (přepočteno na obyvatele obce), tak 58,20 kg tvoří odpad rostlinného původu oproti tomu odpad živočišný pouze 17,40 kg.

5.1.1 Srovnání produkce BRKO v roce 2019 a 2020 u Vzorku 1

Motivačním faktorem pro výběr tohoto tématu byl zásadní faktor hledání cesty a změn, jak využít zhruba 50 % kuchyňského odpadu, který v současné době dle všech údajů končí na skládkách komunálního odpadu a není jinak užitečně využit a zpracován. Mnou získaná data o produkci a složení jsem zpracoval v předchozích kapitolách. Mimo to jsem využil nabídky od vedoucí mé práce pro zpracování této podkapitoly a to srovnání produkce tohoto

druhu odpadu z roku 2019 u stejného počtu osob jako u vzorku 1 a to 2,5 členů v domácnosti. Jediným rozdílem mezi zkoumanými produkcemi je rozdílná lokalita, avšak délka sběru (28 dní z měsíce března) i záznamy o složení jsou využitelné.

Hlavním důvodem pro toto srovnání bylo zjistit, zda neočekávaná situace v podobě karantény z důvodu koronavirové epidemie v tomto roce, má vliv na změnu složení a celkovou produkci BRKO z domácnosti.

Na základě této skutečnosti bylo provedeno toto srovnání těchto dvou období s tím, že v roce 2019 členové domácnosti byly v normálním provozu, tedy docházeli do zaměstnání a dalších institucí, oproti tomu v roce 2020 byly nuceny zůstat v domácích podmínkách tzv. v procesu home office.

V prvním kroku bylo sledováno celé monitorovací období měsíce března, tedy 28 dní v roce 2019 a v roce 2020. Následně bylo vše přepočteno na období od 16. 3. do 29. 3., tedy 14 dnů karanténního stavu, kdy máme data pro srovnání tohoto záměru. Zároveň jsou provedeny přepočty a predikce až do 17. 5. (63 dnů karantény), kdy dojde k uvolnění nouzového stavu a navrácení do pracovních procesů i dalších institucí.

Následně budou tyto údaje využity pro přepočet a srovnání s cílem POH.

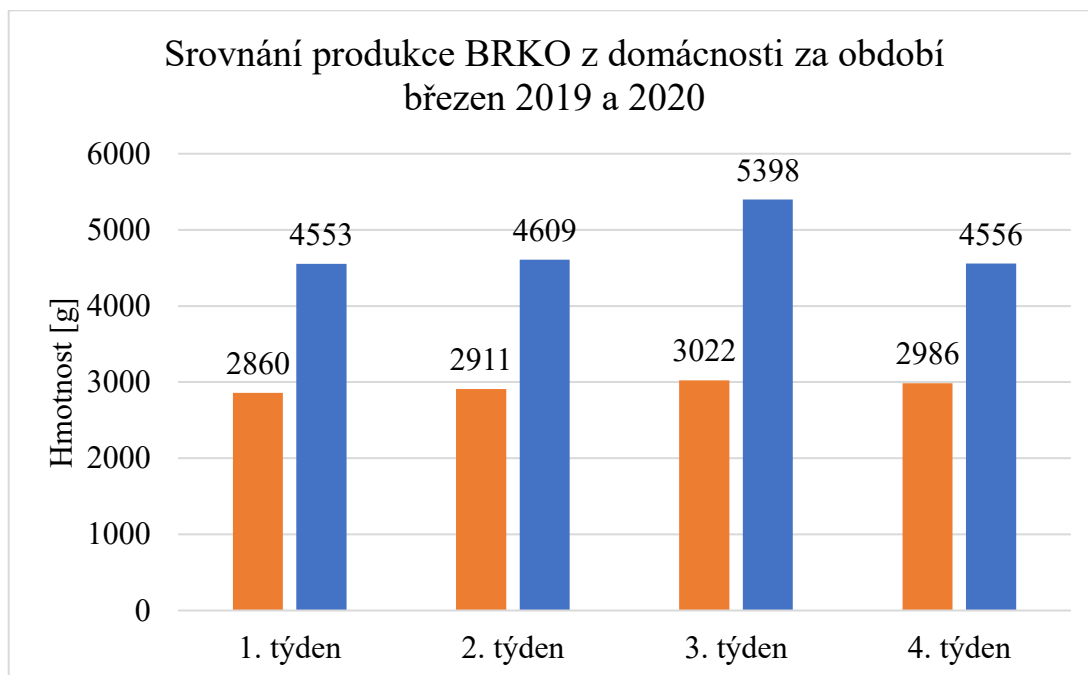
Jednotlivé domácnosti vzorek 1 jsou pro přehlednost označovány následovně:

- Vzorek 1A: produkce vztažená ke zkoumanému období v roce 2019.
- Vzorek 1B: produkce vztažená ke zkoumanému období v roce 2020.

Tabulka č. 5.9 znázorňuje porovnání produkce v době koronaviru a minulý rok.

Tabulka 5.9: Porovnání produkce

2019		2020	
Vzorek 1A		Vzorek 1B	
Týden	Celková produkce [g]	Týden	Celková produkce [g]
1. týden (2. 3. – 8. 3. 2019)	2860	1. týden (2. 3. – 8. 3. 2020)	4553
2. týden (9. 3. – 15. 3. 2019)	2911	2. týden (9. 3. – 15. 3. 2020)	4609
3. týden (16. 3. – 22. 3. 2019)	3022	3. týden (16. 3. – 22. 3. 2020)	5398
4. týden (23. 3. – 29. 3. 2019)	2986	4. týden (23. 3. – 29. 3. 2020)	4556
Produkce celkem	11779	Produkce celkem	19116
Produkce na osobu	4711,6	Produkce na osobu	7646,4
Produkce na os./den	168,27	Produkce na os./den	273,09



Obrázek č. 5.4: Porovnání produkce BRKO z domácnosti za období březen 2019 a 2020

Z obr. č. 5.4 je pro přehlednost graficky znázorněna produkce BRKO v jednotlivých týdnech zkoumaného období. Nouzový stav ČR v době koronaviru způsobil celkový nárůst produkce odpadu v 2,5 členné rodinně o 7,3 kg za dobu 4 týdny. To představuje 62 % nárůst celkové produkce za stejné období, tedy měsíc březen 2019 a 2020 u těchto porovnaných vzorků. Srovnáním obou produkcí přepočtenou na osobu kg/rok a srovnáním s POH SMP, lze konstatovat, že v tuto chvíli je vše v souladu s plánovaným cílem.

Z produkce jedné osoby vzorku 1A v roce 2019 bylo vypočítáno 61,42 kg/rok. Což je 32,16% zastoupení v SKO. Po stejném postupu jsem dospěl k cíli, že právě 27,02 kg/rok na osobu tvoří 18,33% skládkování tohoto odpadu z celkové základny z roku 1995.

Porovnáním s rokem 2020 produkce přepočítána na osobu za rok činí 99,68 kg. Což je 52,19% zastoupení v SKO. Přepočtením bylo zjištěno, že 43,86 kg/rok na osobu, což tvoří 29,76 %, jde na skládky. Mezi vzorky 1B a 1A došlo k nárůstu 16,84 kg/rok na osobu a došlo k přiblížení, mluvíme opět o směrnici týkající se maximálním počtu uloženého BRKO na skládky, o 11,43 %.

Nyní si porovnáme data pouze ze dvou týdenního období z roku 2019 a 2020. Celková karanténa byla vyhlášena 16.3.2020, vezmeme-li celkovou produkci všech členů rodiny vzorku 1A (6008 g) a vzorku 1B (9954 g), je patrný nárůst produkce BRKO v domácnosti o 3946 g.

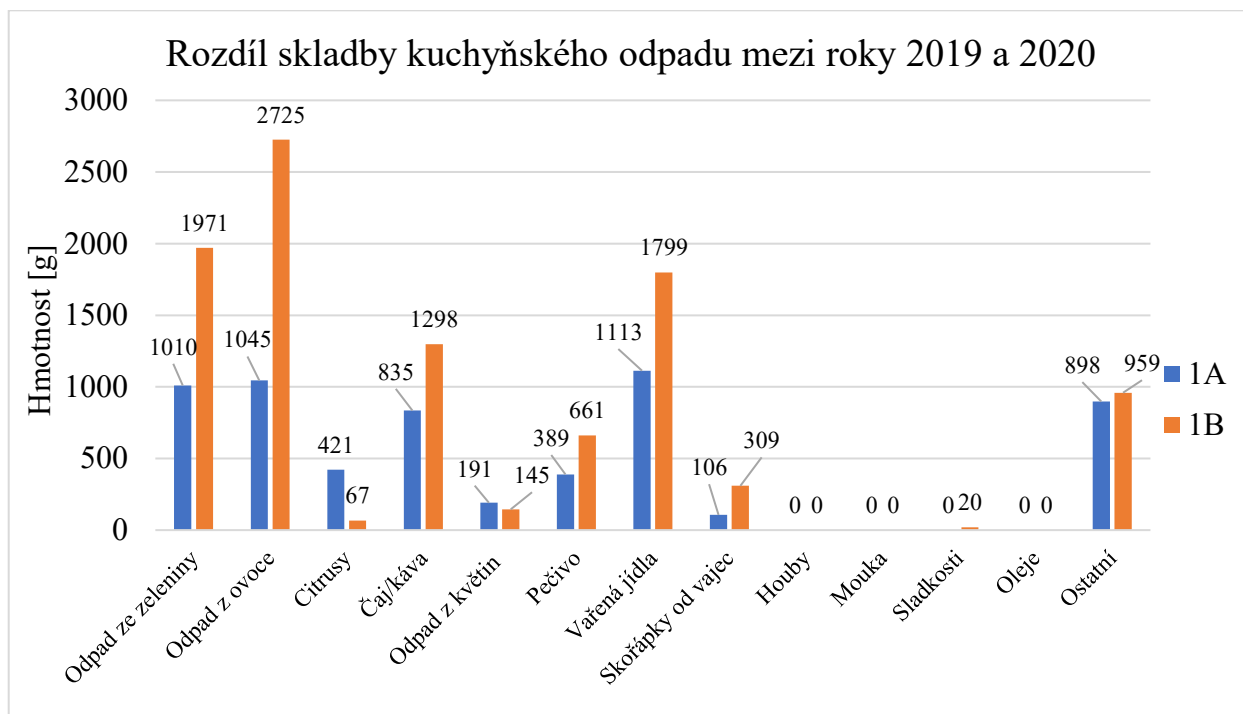
Z produkce jedné osoby vzorku 1A v roce 2019 bylo vypočítáno 62,6 kg/rok. Což je 32,8% zastoupení v SKO. Po stejném postupu jsem dospěl k závěru, že právě 27,54 kg/rok na osobu tvoří 18,68% skládkování tohoto odpadu z celkové základny z roku 1995.

Porovnáním s dvoutýdenní karanténou v roce 2020 produkce přepočítána na osobu za rok činí 103,81 kg. Což je 54% zastoupení v SKO. Přepočtením bylo zjištěno, že 45,68 kg/rok na osobu, což tvoří 31 %. Zbývají už tedy pouhá 4 % do překročení požadovaného cíle.

Následující tabulka slouží k porovnání jednotlivých vzorků (v období dvoutýdenní karantény) a jejich skladbě odpadu.

Druhy	1A [g]	1B [g]
	3. a 4. týden (16. 3. – 29. 3. 2019)	
Odpad ze zeleniny	1010	1971
Odpad z ovoce	1045	2725
Citrusy	421	67
Čaj/káva	835	1298
Odpad z květin	191	145
Pečivo	389	661
Vařená jídla	1113	1799
Skořápky od vajec	106	309
Houby	0	0
Mouka	0	0
Sladkosti	0	20
Oleje	0	0
Ostatní	898	959
Celkem rostlinný původ	3891	6887
Celkem živočišný původ	2117	3067

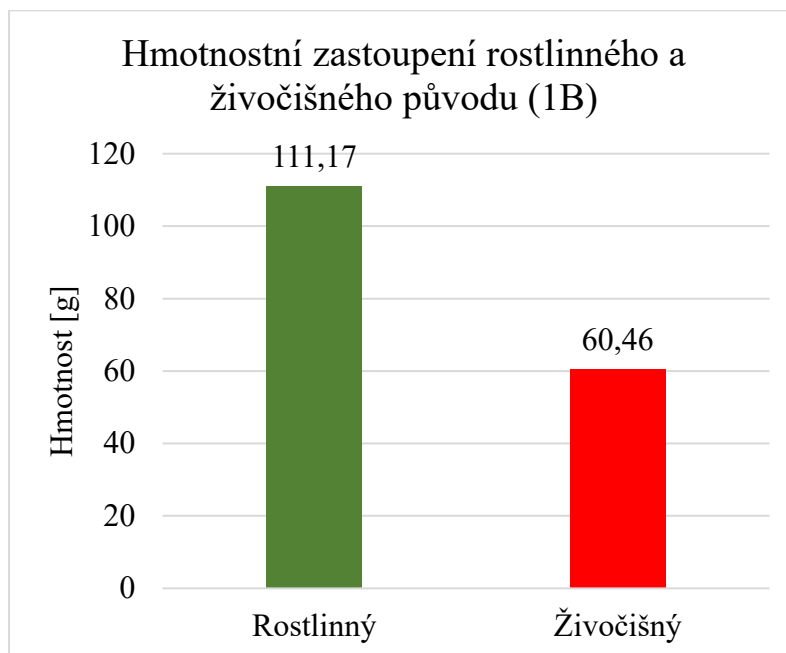
Grafické znázornění skladby kuchyňského odpadu mezi jednotlivými vzorky lze pozorovat na obr. č. 5.5.



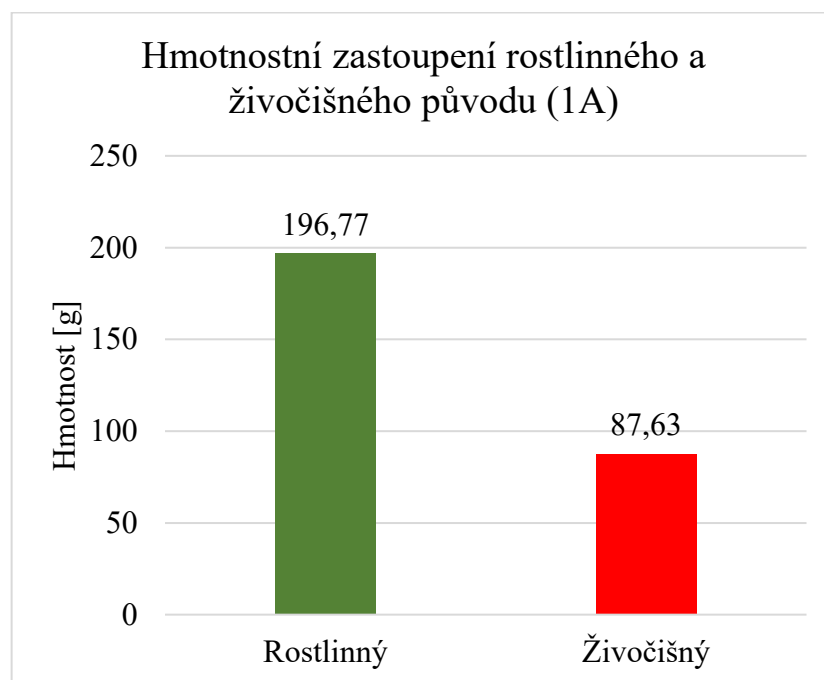
Obrázek č. 5.5: Skladba kuchyňského odpadu 2019/2020

Z grafu je patrné, že největší zastoupení u obou vzorků má odpad z ovoce. U vzorku 1A jej těsně dohání odpad ze zeleniny. Vyskytl se i zvýšený podíl vařeného jídla v období koronaviru, to je s největší pravděpodobností způsobené nutností vaření si vlastních jídel v domácnostech.

Po přepočítání produkce živočišného a rostlinného původu odpadu na osobu za den, můžeme na následujících grafech vidět hmotnostní zastoupení původu odpadu jednotlivých vzorků.



Obrázek č. 5.6: Hmotnostní zastoupení rostlinného a živočišného původu (1B)



Obrázek č. 5.7: Hmotnostní zastoupení rostlinného a živočišného původu (1A)

Přepočtením na procenta, je poměr původu u vzorku 1A 65 % rostlinného a zbylých 35 % živočišného, u vzorku 1 B došlo k nárůstu rostlinného o 5 %. Můžeme tedy uvažovat, že v době karantény dochází k nárůstu produkce tohoto druhu odpadu.

Ukončení karantény má nastat 17.5.2020, vezmeme-li data z průměrné produkce jednoho obyvatele obce Laškov z doby karantény (284,4 g/os./den, což je o 112,74 g/os./den více než minulý rok), můžeme predikovat případnou změnu v následujících 63 dnech do ukončení karantény. Za 63 dní dojde k produkci přibližně 17,92 kg/os. Převedením na počet obyvatel v obci dostaneme výsledné číslo 10,46 tun za dané období, to je o přibližně 4,2 tun více. Roční karanténa by produkci v obci Laškov dostala na 60,62 tun, o 24 tun více než v normálním stavu obce (neboli **65%** nárůst produkce). Lze tedy předpokládat, že prodloužení nouzového stavu ČR by z dlouhodobého hlediska zvýšilo hmotnostní procento BRKO uloženého na skládku ze základny v roce 1995 a překročilo tak maximálních 35 %.

5.2 Návrh využití kuchyňských odpadů v obci Laškov

Pro splnění všech cílů této předložené bakalářské práce bylo nutné navrhnout zpracování a využití především kuchyňských odpadů z domácnosti ve vybrané lokalitě.

Jak již bylo zmíněno na počátku i zhodnoceno ve výsledcích dotazníků, převážná část obyvatel obce využívá domácí kompostéry a to v období duben až listopad. Avšak v dalších 6 měsících, nemají z důvodu faktorů jako je zejména teplota tyto zařízení významné uplatnění. Na základě tohoto faktu soustředí pozornost na období listopad – duben a možné využití této složky ze SKO.

Hlavní cíl tohoto návrhu je snížit ukládání BRKO na skládky. Díky této strategii by se výše zmiňovaných 22 tun BRKO (celková produkce obce Laškov za půl roku) využilo v BPS Haňovice a nedošlo by k následnému spálení, či uložení na skládku. K těmto 22 tunám, by se mohlo přiložit i zmiňovaných 8 – 9 tun vyprodukovaných ročně, které jsou ve velkoobjemových silech (zámecký park a školní zahrada). Tento odpad obsahuje pouze rostlinnou složku, nikoliv živočišnou. Je nutno přepočítat na půlrok, tedy 4,25 t.

Z tohoto důvodu volím návrh popelnicového sběru odpadu, který bude mít výhody v neukládání odpadu na skládky, ale v následném, i když malém energetickém využití.

Závěrem bych chtěl zdůraznit, že neexistují žádné konkrétní data, z toho důvodu vycházím z produkce SKO za zimní období.

Návrhy pro realizaci řešení:

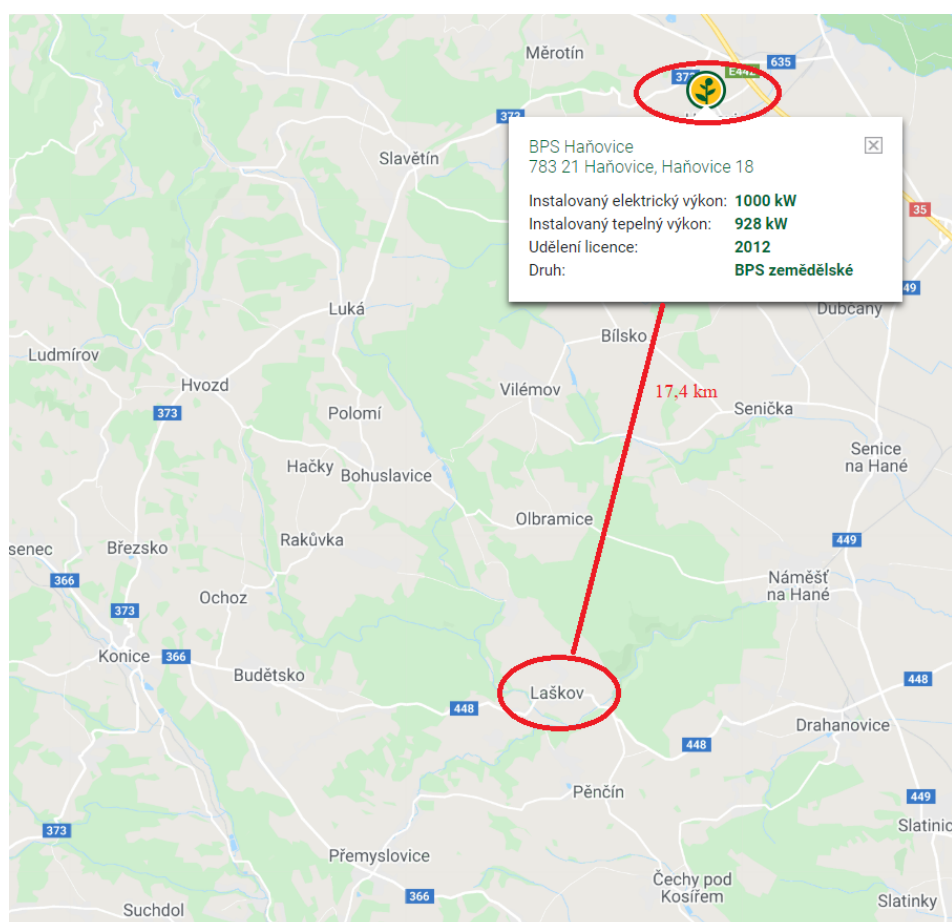
Aby bylo možné návrh realizovat, je nezbytné zajistit potřebné technické zabezpečení, kterým v tomto případě budou hnědé popelnice na BRKO. V tomto případě byla pozornost soustředěna na nákup popelnic, pro zabezpečení ukládání tohoto druhu odpadu. Je nutné upozornit, že se jedná pouze o BRKO rostlinného původu.

V obci je 200 rodinných domů, dle mého návrhu bude na zimní období dostačující pro každou rodinu nádoba o objemu 120 l, do které lze uskladnit přibližně 50 kg odpadu. Výběr

tohoto typu ovlivňuje nedostupnost menších objemů popelnic. Z tohoto důvodu jsem nucen zvolit nejmenší možné popelnice. Je samozřejmé, že při 14denním svozu nikdo tak velké množství s největší pravděpodobností nevyprodukuje. Cena bio nádoby je 882 Kč. [50] Náklady na 200 popelnic jsou tedy 176 400 Kč. Popelnice by se po zakoupení, rozdělili občanům a ti by za ni příslušně zaplatili.

$$\text{Náklady na popelnice: } 882 \cdot 200 = \mathbf{176\,400\,Kč}$$

Pro zjištění přibližné možné ceny nákladů na svoz BRKO jsem postupoval následovně. Svážený odpad z hnědých popelnic, by se svážel do nedaleké BPS v Haňovicích. BPS Haňovice je zemědělského typu a má instalovaný elektrický výkon 1 MW. Na následujícím obrázku je znázorněna vzdálenost svozu do BPS Haňovice.



Obrázek č. 5.8: Vzdálenost BPS Haňovice od obce Laškov.

Svoz by zajišťovala nejbližší svozová firma. Hodinová sazba svozového vozidla činí přibližně 1 250 Kč. Doprava do Laškova ze sídla firmy by trvala přibližně 30 minut, což činí 625 Kč. Z obce Laškov do Haňovic trvá cesta přibližně 20 minut, to je 420 Kč. Cesta svozového auta zpět trvá dalších 30 minut, cena 625 Kč. Svoz 200 nádob v obci Laškov zabere cca 2,5 hod = 3125 Kč. Cena za jeden svoz BIO odpadu v konečném výpočtu činí tedy 4795 Kč. Je nutné počítat s frekvencí svozu, kterou jsem zvolil 1x za 14 dní (12x za

stanovené období, neboli půl roku). Počet svozů vynásobený cenou za jednotlivý svoz jsme dostali částku 57 540 Kč. Celkové náklady na svoz BIO nádob za zimní období jsou tedy 57 540 Kč. Přičteme-li náklady svozu BRKO k nákladům na svoz SKO (79225 Kč za půl rok), dostaneme částku 136765 Kč. Náklady na zpracování SKO za rok 2019 jsou 149 424 (půl rok 74712 Kč). Po experimentu jsem dosáhl závěru, že BRKO tvoří v SKO přibližně 40 %. Náklady na zpracování by se tedy snížily o tuto hodnotu. Náklady za půl rok SKO budou tedy 44 827. Obec by tedy ušetřila 29885 Kč.

*Hodinová sazba svozového vozidla: **1 250 Kč***

*Doprava do obce Laškov: cca 30 minut = **625 Kč***

*Doprava Laškov – Haňovice: cca 20 minut = **420 Kč***

*Doprava Haňovice – zpět: cca 30 minut = **625 Kč***

*Svoz 200 nádob v obci Laškov: cca 2,5 hod = **3 125 Kč***

*Cena za jeden svoz BIO odpadu = **4 795 Kč***

Frekvence svozu: 1x za 14 dní = 12x za půl roku

Celkové náklady na svoz BIO odpadu z obce Laškov za období (listopad– duben)
*= 12 x 4 795 Kč = **57 540 Kč***

Ušetření: Náklady zprac. SKO za půl rok = 74712 Kč · 0,6 = 44 827 Kč
*= 74 712 – 44 827 = **29 885 Kč***

BPS Haňovice by BRKO rostlinného původu mohla využívat do svých fermentorů při nedostatku silážní kukuřice a tím omezit nakupování travní senáže za větší poplatky. Obec Laškov by jim tento svoz byla schopna poskytovat za finanční obnos z vyrobené energie. Z důvodu složení BRKO, volím průměrnou hodnotu výhřevnosti tohoto odpadu podobnou travní senáži. Dle dostupných dat jsem zjistil cenu 1 t travní senáže, která činí 959 Kč. Vychází se z přepočtu, že 1 t travní senáže vyrobí v BPS 246 kW, vynásobením 3,90 Kč/kW dostaneme cenu 1 tuny travní senáže. [51]

Z důvodu nemožnosti zpracovávat živočišný odpad v BPS, je nutno tento odpad před zpracováním odseparovat. Z předešlých výpočtů, jsem došel k závěru, že procentuální podíl mezi živočišnou a rostlinnou složkou je 23 % ku 77 %. Je tedy nutné vynásobit našich 22 tun BRKO 77 procenty. Při přičtení odpadu z velkoobjemových sil je výsledkem 21,19 tun rostlinného původu připraveno ke zpracování. Vynásobením našich cenou za tunu, dostaneme částku 20 321 Kč.

*Odpad po odstranění živočišné složky = 22 · 0,77 = **16,94 t** (rostlinné složky)*

*Zisk z bioplynové stanice: 21,19 tun · 959 Kč za tunu senáže = **20 321 Kč***

Z ekonomického hlediska tato částka **nepokryje** všechny náklady za svoz bio odpadu. Obec je v prodělku přibližně -7.334 Kč. Jelikož je tohle čistě hrubý předpoklad, je zcela možné, že po realizaci, či důkladném a přesnějším přepočítání, by mohlo dojít k např. vynulování, či dokonce zisku. Opět samozřejmě apeluji, že je to jen má úvaha a návrh. Důležitým aspektem je snížení ukládání BRKO na skládky. Docílil jsem energetického využití 21,19 tun BRKO rostlinného původu.

Mimo navrhované řešení se svozem těchto druhů odpadů do BPS vidím také možnou strategii v kompostování kuchyňského odpadu. Tím by mohlo být docíleného částečného návratu živin do půdy a vytvoření uzavřeného koloběhu tím, že by byla částečně nahrazena kupovaná hnojiva.

Avšak tento návrh řešení, je pouze úvaha, kterou by bylo nutné praktickými experimenty ověřit. Zejména pak provést chemické analýzy, které by poskytly informace o kvalitě, složení, přítomnosti nežádoucích látek vzniklého humusu. Otázkou také je zda, vstupní heterogenní směs bude mít požadované kvality a finančně by nebyla náročnější než současný nákup hnojiv.

Návrh pro realizaci:

Důležitým faktorem je opět produkce obyvatel obce Laškova za den, měsíc a následně vhodně zvolený typ kompostéru. Podstatné je i samotné umístění, které musí být zabezpečeno vůči poškození či krádeži. Výhodou elektrického kompostéru je možnost zpracování i specifických druhů odpadu jako jsou: ryby, maso, rybí a drůbeží kosti, tedy některý živočišný odpad. Nevhodné jsou například velké zvířecí kosti, velké mušle, atd.

Z předešlých výpočtů je průměrná produkce obyvatel za den přibližně 121 kg, za měsíc okolo 3,75 tuny BRKO. Z těchto dat volím elektrický kompostér typu GG-50, vhodný do velkých provozů. Tento typ je schopen pohltnout BRKO cca 137 kg/den, to je přibližně 4,3 tuny za měsíc. Ročně je schopen zkompostovat 50 tun organického odpadu.

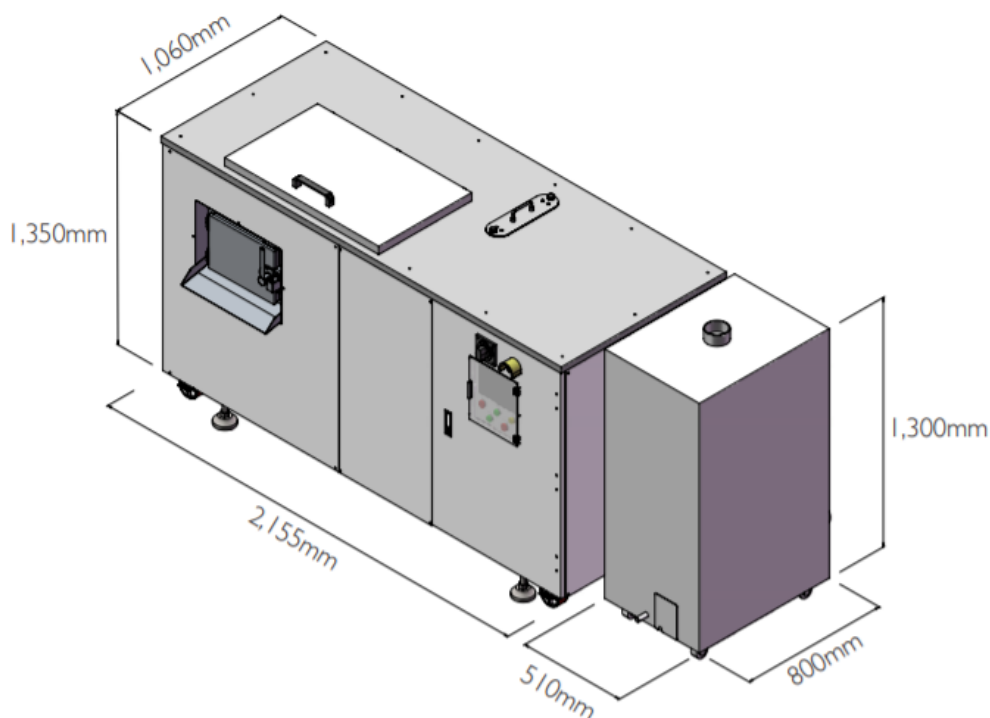
Specifikace kompostéru GG-50:

- Průměrná redukce organického odpadu je 85–90 %.
- Recyklační délka je 24 hodin (k dosažení 85–90 %). [52]

Na obrázcích č. 5.9 a 5.10 je kompostér typu GG-50 a jeho rozměry.



Obrázek č. 5.9: Elektrický kompostér typu GG-50 [52]



Obrázek č. 5.10: Rozměry kompostéru typu GG-50 [53]

Výhodou pro obec Laškov by bylo snížení nákladů zpracování SKO. Prioritou by bylo nutné zajištění např. od obecního úřadu, svozu tohoto druhu odpadu od jednotlivých rodin. Dále vkládání odpadu do kompostéru a následně možnost využití vzniklého kompostu, a tudíž snížení nákladů na nákup hnojiv.

6 Závěr

Předložená bakalářská práce je rozdělena na teoretickou část, ve které je detailně popsána legislativa ČR a EU v oblasti nakládání s odpady. Pozornost v této části je pak zaměřena na BRKO a to od způsobu sběru, přes mechanicko – fyzikální úpravy, produkci BRKO v ČR až po samotné způsoby nakládání a zpracování tohoto druhu odpadu, kde jsou zmíněny procesy kompostování, anaerobní digesce se zaměřením na bioplynové stanice a jejich rozdělení v České republice. Mimo tyto metody se práce okrajově zabývá termickými procesy využitelnými pro zpracování odpadů a skládkováním.

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu ve zvolené lokalitě.

Na počátku přípravy praktické části této práce bylo nutné zvolit vhodnou lokalitu pro naplnění kladeného cíle. V průběhu přípravy této práce jsem měl v úmyslu pozornost soustředit na produkci kuchyňského odpadu v městské zástavbě, konkrétně pak ve vybrané lokalitě města Ostravy či na kolejích VŠB – TU Ostrava, kdy odpady vyprodukované v průběhu pobytu studentů v těchto zařízeních jednoznačně končí v nádobách na SKO a pak na skládkách odpadů.

Avšak pro konečné zpracování jsem se rozhodl zjistit produkci, využívání a nakládání s BRKO ve svém bydlišti, konkrétně pak v obci Laškov. Součástí praktické části je zpracován dotazník, který umožnil alespoň částečně vyhodnotit přístup obyvatel obce k nakládání a využívání BRKO. I když se do celkového zpracování dotazníku zapojilo pouze 33 rodin z obce, což odpovídá pouhým 17 % z celé obce, avšak již 28 % z distribuovaných dotazníků, byly tyto informace cenné pro vyhodnocení této části.

Bylo zjištěno, že skoro 50 % z dotazovaných obyvatel hojně využívá domácí kompostéry pro eliminaci BRKO z domácností i ze zahrad, které pro obyvatele zajistila obec a to pro eliminaci odpadů ze zahrad. Avšak zároveň 36 % dotazovaných odpovědělo, že tento odpad vzniklý jako kuchyňský neřídí, tudíž tento odpad končí na skládkách odpadů. Tento impuls mě motivoval pro zjištění vlastní produkce kuchyňského odpadu v mé domácnosti. K tomuto průzkumu jsem požádal o pomoc další dvě domácnosti o odlišném počtu členů. Celkový experiment probíhal po dobu 4 týdnů v měsíci březnu tohoto roku. Záměrem bylo zjištění produkce BRKO v jednotlivých rodinách a následná analýza skladby kuchyňského odpadu. Tato data jsem následně využil pro zpracování a vyhodnocení úvahy o přibližné produkci kuchyňského BRO z domácností na obyvatele v mém bydlišti a přepočítal na celkovou roční produkci na obyvatele. Vyhodnocené výsledky jsem porovnal s cíli a POH Statutárního města Prostějov, do jehož kraje obec Laškov spadá. Zpracovaná data ukazují, že obec Laškov plní nastolené cíle o omezení skládkování BRKO, ještě před samotnými omezeními.

Výsledky tohoto krátkodobého experimentu přispěly ke zjištění, že v kontejneru v konečném důsledku pravděpodobně končí menší množství rostlinného a živočišného odpadu z domácností, než je uvedeno v literatuře ze statistických zjištění.

Zároveň ve své práci popisuji na základě návrhu vedoucí bakalářské práce srovnání produkce BRKO z kuchyní za stejné období a to březen 2019 a 2020 u stejného vzorku (počet členů domácnosti 2,5), avšak v odlišné lokalitě. Cílem a úvahou bylo zjistit, zda a jak se mění složení a produkce odpadů z domácností a zda období vyhlášení nouzového stavu v období koronavirové situace vykazuje změnu či ovlivňuje produkci kuchyňského odpadu v domácnosti.

V rámci tohoto srovnání bylo zjištěno, že celková produkce BRKO byla za dobu omezení zvýšena o přibližně 65 %. Složení kuchyňského odpadu se lišilo větším nárůstem produkce odpadu z ovoce a vařených jídel. Také se o přibližně 5 % zvýšil podíl rostlinného původu odpadu.

Mimo složení a produkci odpadů z domácností jsem pozornost soustředil i na možný návrh jiného zpracování či využití, které jsem aplikoval na 6 měsíců v roce, kdy nejsou využívány domácí kompostéry, konkrétně na listopad až duben, avšak produkce BRKO z domácností nezaniká ba naopak má mírně stoupající tendenci, které se projevují např. obdobími svátků i prázdninovým zimním a jarním režimem.

Na základě mnou zvoleného návrhu pro zpracování a využití BRKO v obci Laškov jsem vybral zimní období (listopad – duben), kdy domácí kompostéry nenachází takové využití jako v letních měsících. Určil jsem vhodné bio nádoby na sběr BRKO, navrhl svozový systém a vykalkuloval náklady na odvoz do blízké bioplynové stanice v Haňovicích, kde tento odpad nalezne energetické využití a nedojde k jeho umístění na skládku.

Návrh mého zpracování a využití tohoto odpadu se z ekonomického hlediska obci nevyplatí. Pohlédneme-li na to z druhé strany, dokázal jsem zcela omezit počet BRKO vyprodukovaného obcí Laškov uloženého na skládky. Půlroční produkce tohoto odpadu pro obec Laškov činí z mých výpočtů přibližně 21,2 tun. I bez realizace mého návrhu obec Laškov splňuje směrnici zákona v Plánu Odpadového Hospodářství Statutárního Města Prostějov s rezervou přibližně 12 %.

Následně jsem navrhl další možný způsob zpracování a využití tohoto druhu odpadu, který spočíval v obstarání elektrického kompostéru typu GG-50 pro obec Laškov a následné využití. Výhodou tohoto návrhu by bylo snížení jak nákladů na zpracování SKO, tak předpoklad snížení výdajů na nákup hnojiv.

7 Seznam použité literatury

- [1] GREBEŇOVÁ, Monika *Biologicky rozložitelný komunální odpad – současná situace v Uherském Hradišti a návrh optimalizace* [online]. Olomouc, 2011, Diplomová práce, UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI Přírodovědecká fakulta Katedra ekologie a životního prostředí, Dostupné též z WWW:< <https://theses.cz/id/q18ay3/7564812>> .
- [2] *Platná legislativa, MŽP* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:< <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>>.
- [3] *ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ I* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2020-05-04]. Dostupné též z WWW:<<http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/OHO/Odpadove%20hospodarstvi%20I.pdf>>.
- [4] *Skládkování odpadů, SVDS* [online] [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <<http://www.svds.cz/cz/clanky/eu-legislativa/article/253/skladkovani-odpadu.html>>.
- [5] *POH SMP, DATAPLAN* [online] [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/POH_Prostejov_KV.pdf>.
- [6] *Odpadové hospodářství-prezentace legislativy a plánovaných změn, MŽP* [online]. [cit.2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<file:///C:/Users/tovar/Downloads/PREZENTACE_MZP_Marsak.pdf>.
- [7] *Separace BRKO, ROK V OBCI* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://www.rokvobci.cz/zpravy-redaktoru/detail/853-separace-brko-%E2%80%93-jak-na-ni/>>.
- [8] *Biologický odpad sběr, MŽP* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<https://www.mzp.cz/cz/biologicky_rozlozitelny_odpad_sber>.
- [9] *7. Kapitola – Odpady, MENDELU* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=71629>.
- [10] VYŠLANOVÁ, Veronika *Mechanicko-biologická úprava odpadů - srovnání rozšíření v ČR a EU* [online]. Ostrava 2011, VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA Hornicko-geologická fakulta Institut environmentálního inženýrství [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/87014/VYS116_HGF_B2102_3904R022_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=n>.
- [11] *Mechanicko-biologická úprava odpadů (MBÚ), ČVUT* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://energetika.cvut.cz/wp-content/uploads/ELO-pr5.pdf>>.

- [12] JUCHELKOVÁ, Dagmar. *Likvidace a využití odpadů*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2000. ISBN 80-7078-747-3.
- [13] *Stihneme BRKO?, ODPADY* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://www.odpady-online.cz/stihneme-brko/>>.
- [14] *Skládkování vs recyklace, IDNES* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/ministerstvo-zivotniho-prostredi-odpad-recyklace-trideni-skladka.A190407_184757_ekonomika_mato>.
- [15] *Skládky odpadů, MENDELU* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=2180>
- [16] *Technika pro zpracování odpadů, MENDELU* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/210/17166.pdf>.
- [17] HLAVATÁ, Miluše. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0737-8.
- [18] *Vyhláška č. 341/2008 Sb., ZÁKONY PRO LIDI* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-341#cast1>>.
- [19] PLÍVA, Petr. *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. ISBN 80-86884-11-2.
- [20] KALINA, Miroslav. *Kompostování a péče o půdu*. 2. upr. vyd. Praha: Grada, 2004. Česká zahrada. ISBN 80-247-0907-4.
- [21] *Anaerobní technologie, BIOPROFIT* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm> .
- [22] *Organická hnojiva ostatní, MENDELU* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1674&t=.html>.
- [23] *Bioplynová stanice, FARMASTONAVA* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://www.farmastonava.cz/cs/popis-technologie.html>>.
- [24] Schéma fungování naší bioplynové stanice. In: *Dsenergie* [online]. Libštát: DS Agro Energie, c2020 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <https://www.dsenergie.cz/funkce-bioplynove-stanice/>.
- [25] *Členění bioplynových stanic, BIOPLYNOVESTANICE* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://www.bioplynovestanice.cz/cleneni-bps/>>.
- [26] JUCHELKOVÁ, Dagmar a Klaus KOPPE. *Nakládání s odpady: Abfallbehandlung*. Ostrava: Repronis, 2005. ISBN 80-2480839-0.
- [27] *Studie odpady, VEC-VSB* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://vec.vsb.cz/katalog-obrazku/clanek-134/231-studie-odpady-c-2-tisk.pdf>>.

- [28] *Technika pro zpracování odpadů-spalování, MENDELU* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/210/19558.pdf>.
- [29] *Pyrolýza, OENERGETICE* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/pyrolyza-princip-historie-a-soucasnost>> .
- [30] *Vývoj produkce komunálního odpadu mezi roky 2002 – 2018* [online]. [cit. 2020-0225]. Dostupné též z: WWW: <<https://www.czso.cz/documents/10180/91605329/28002019.pdf/9ee05f2d-39d8-4215-b4ee-849b7761433f?version=1.2>>.
- [31] BENDOŮVÁ, M.: *Optimalizace skladby surovin pro výrobu kompostů s využitím kuchyňských odpadů disertační práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko – geologická fakulta, Katedra environmentálního inženýrství 2018, 91 s. Vedoucí práce: RACLAVSKÁ, H.
- [32] *BRKO a evidence odpadů, INISOFT* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://www.inisoft.cz/poradenstvi-a-skoleni/odborne-clanky/biologicky-rozlozitelny-odpad-a-evidence-odpadu>> .
- [33] *Produkce, využití a odstranění odpadů - 2018* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2019 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2018>.
- [34] LÉTALOVÁ, Markéta, *Možnosti využití biologicky rozložitelných složek z komunálního odpadu* [online]. Brno, 2008. 70 s. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, AF, Ústav zemědělské, potravinářské environmentální techniky. Dostupné též z WWW:<<http://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?id=11988;zalozka=7;studium=25459>>.
- [35] *Bionádoby SSI SCHAEFER, BIONÁDOBY* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://www.bionadoby.cz/>>.
- [36] *Biologické metody zpracování odpadů, VŠB* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html>.
- [37] *Anaerobní digesce, LUCIA ADÁMKOVÁ* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<https://luciasadamkova.wixsite.com/multimedialniatlas/anaerobni-digesce>>.
- [38] Bioplynové stanice, BIOPLYNCS [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://bioplyncs.cz/bioplynove-stanice>>.
- [39] Mapa bioplynových stanic, ČBA [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<[https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html?type\[\]=kom&type\[\]=pru&type\[\]=zem&type\[\]=lfg&type\[\]=cov&strana=5#tab1e](https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html?type[]=kom&type[]=pru&type[]=zem&type[]=lfg&type[]=cov&strana=5#tab1e)> .

[40] Statistika energetického využívání odpadů a alternativních paliv, MPO [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/4/Statistika-EVO-2018_1.pdf>.

[41] *Plán odpadového hospodářství ČR* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2014 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/\\$FILE/OOD_P-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OOD_P-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf)>.

[42] *Biologicky rozložitelné odpady* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, c2008-2020 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/biologicky_rozlozitelne_odpady>.

[43] *Urychlovače kompostu* [online]. Praha: Prima Receptář, c2009-2020 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <<https://prima-receptar.cz/urychlovace-kompostu/>>.

[43] JUCHELKOVÁ, RACLAVSKÁ, *Energetické využití biomasy* [online]. Ostrava: Vysoká škola Báňská–Technická Univerzita Ostrava, 2009 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3926&typ=html>.

[44] Biologické metody zpracování odpadů. *Biologické metody zpracování odpadů* [online]. Ostrava: VŠB –TU Ostrava, 2015 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <<http://hgfl0.vsb.cz/546/bmzo/pages/index.html>>.

[45] ŠVEC, Jan. *Využití obnovitelných zdrojů energie v zemědělství - zemědělské bioplynové stanice*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2010. ISBN 978-80-86832-49-4.)

[46] *Anaerobní fermentace* [online]. Brno: Mendelova Univerzita v Brně [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/211/17222.pdf>.

[47] *Zpráva o plnění cílů Plánu odpadového hospodářství České republiky za období 2017 - 2018* [online]. Praha: MŽP, 2019 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/\\$FILE/OODP-Zprava_plneni_POH_CR_2017_2018-20191217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/$FILE/OODP-Zprava_plneni_POH_CR_2017_2018-20191217.pdf)>.

[48] *Google Mapy* [online]. Česko: Google, c2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <<https://www.google.cz/maps/place/La%C5%A1kov/@49.5941513,16.9109742,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x471242d5f6640bfb:0x400af0f66155220!8m2!3d49.5840128!4d17.0021354>>.

[49] *Obec Laškov* [online]. Laškov: Obec Laškov, 2012 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <<http://www.laskov.cz/>>.

[50] *PLASTOVÁ POPELNICE 120 L NA BIOODPAD*, CENYPRIZEMI [online]. [cit. 2020-05-05]. Dostupné též z WWW:< <https://www.cenyprizemi.cz/plastova-popelnice-120-l-bioodpad>>.

[51] *Proč bioplynové stanice, AGRIFAIR* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://kompostovani-recyklace.cz/gg50.php>>.

[52] *GG-50, GREENGOODCOMPOSTER* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://www.agrifair.cz/component.php?cocode=section&seid=18>>.

[53] *Food Waste Composters, BIO-FEED* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné též z WWW:<<http://www.bio-feed.cl/wp-content/uploads/2019/04/catalogo-oklin-biofeed.pdf>>.

Seznam obrázků

Obrázek č. 3.1: Ukázka správně fungující bio-nádoby	17
Obrázek č. 3.2: Zahradní kompostér typu KOMP 1050	19
Obrázek č. 3.3: Kompostér typu KOMP 1050	19
Obrázek č. 3.4: Rozdělaný kompostér typu KOMP 1050	19
Obrázek č. 3.5: Schéma procesu MBÚ	20
Obrázek č. 3.6: Schéma procesu mechanická úprava	21
Obrázek č. 3.7: Produkce BRKO v ČR za období 2012-2018	21
Obrázek č. 3.8: Nakládání s KO v ČR	23
Obrázek č. 3.9: Sankyeův diagram pro proces kompostování	25
Obrázek č. 3.10: Grafické znázornění teplotního průběhu v jednotlivých fázích kompostování	26
Obrázek č. 3.11: Kompostování na volné ploše v Ostravě-Hrušově	27
Obrázek č. 3.12: Zjednodušené schéma procesu anaerobní fermentace	29
Obrázek č. 3.13: Schéma bioplynové stanice	32
Obrázek č. 3.14: Rozmístění BPS v ČR	33
Obrázek č. 3.15: Cílené a současné ukládání BRKO na skládky	34
Obrázek č. 3.16: Kotel s roštovým ohništěm	37
Obrázek č. 3.17: Rotační pec	38
Obrázek č. 3.18: Kotel s fluidním spalováním	38
Obrázek č. 3.19: Množství spáleného odpadu	40
Obrázek č. 4.1: Poloha obce Laškov	43
Obrázek č. 4.2: Produkce odpadů v obci Laškov za období 2017 - 2019	54
Obrázek č. 5.1: Grafické porovnání produkce jednotlivých rodin přepočteno na 1 osoba/den	61
Obrázek č. 5.2: Skladba kuchyňského odpadu	66
Obrázek č. 5.3: Hmotnostní zastoupení složek rostlinného a živočišného původu v kuchyňském odpadu	67
Obrázek č. 5.4: Porovnání produkce BRKO z domácnosti za období březen 2019 a 2020	69
Obrázek č. 5.5: Skladba kuchyňského odpadu 2019/2020	71
Obrázek č. 5.6: Hmotnostní zastoupení rostlinného a živočišného původu (1B)	72
Obrázek č. 5.7: Hmotnostní zastoupení rostlinného a živočišného původu (1A)	72
Obrázek č. 5.8: Vzdálenost BPS Haňovice od obce Laškov	74
Obrázek č. 5.9: Elektrický kompostér typu GG-50	77
Obrázek č. 5.10: Rozměry kompostéru typu GG-50	77

Seznam tabulek

Tabulka č. 3.1: Přehled některých druhů BRKO dle Katalogu odpadů	15
Tabulka 3.2: Spalovací systémy	36
Tabulka č. 4.1: Produkce odpadů v obci Laškov za roky 2017 - 2019	53
Tabulka 4.2: Náklady na odpady v obci Laškov za období 2017 - 2019	54
Tabulka č. 5.1: Příklad sběru kuchyňského odpadu za celé období sběru (domácnost 1 člen)	57
Tabulka č. 5.2: Produkce kuchyňského odpadu rodiny 1	60
Tabulka č. 5.3: Produkce kuchyňského odpadu rodiny 2	60
Tabulka č. 5.4: Produkce kuchyňského odpadu rodiny 3	60
Tabulka č. 5.5: Skladba kuchyňského odpadu u vzorku 1	63
Tabulka 5.6: Skladba kuchyňského odpadu u vzorku 2	63
Tabulka 5.7: Skladba kuchyňského odpadu u vzorek 3	64
Tabulka 5.8: Druhy versus vzorky 1,2,3	64
Tabulka 5.9: Porovnání produkce	68

Přílohy

Příloha A

Průvodní dopis

Dobrý den, vážená paní, vážený pane,

Rád bych Vás požádal o pomoc. Jsme studentem Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě a v rámci své bakalářské práce se věnuji zpracování a využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu z domácnosti v obci Laškov. Vyplněním tohoto dotazníku přispějete velkým dílem k získání cenných informací pro zpracování tohoto tématu. Vyplnění dotazníku je zcela dobrovolné a zároveň zcela anonymní. Dotazník můžete vyplnit na níže vloženém odkazu: <https://docs.google.com/forms/d/1FM10BErRUmh1m5OUOMxqBqWTYJN4V52bs4ZCrR4CG26/edit>

Pokud nemáte možnost vyplnění dotazníku v elektronické podobě, příkládám dotazník v papírové podobě, kde uvádím svou adresu, na kterou mi můžete dotazník doručit.

Prosím, o doručení do 29. března 2020 z důvodu zpracování dat pro dodržení termínu odevzdání mé závěrečné práce.

Děkuji za ochotu a přeji příjemný zbytek dne,

Továrek Adam

Dotazník na téma třídění odpadu, zejména biologicky rozložitelnou složku**1. Jaké je Vaše pohlaví?**

- a) Muž
- b) Žena

2. Do jaké věkové kategorie patříte?

- a) 19 – 29 let
- b) 30 – 39 let
- c) 40 – 49 let
- d) 50 – 59 let
- e) 60 – 69 let
- f) 70 a více let

3. Jaký je Váš status?

- a) Zaměstnaný
- b) Nezaměstnaný
- c) Mateřská dovolená
- d) Důchodce

4. Jaký je u Vás počet členů v domácnosti?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6

5. Třídíte odpad vyprodukovaný Vaší domácností?

- a) Ano – vidím v tom smysl
- b) Ne – nevidím v tom smysl
- c) Někdy

6. Jak zpracováváte biologicky rozložitelný komunální odpad z Vaší domácnosti? (tzn. odpad z kuchyně rostlinného, živočišného původu např. slupky od ovoce/zeleniny, odřezky masa, čajové sáčky, zbytky jídla, ale i odpad ze zahrad).

- a) Máme na zahradě kompostér
- b) Tento druh netřídím, dávám ho do popelnice na SKO.
- c) Část odpadu do kompostéru, část zkonzumují domácí zvířata.
- d) Jiné (zvolíte-li tuto variantu buďte konkrétní)

7. Jak zpracováváte odpady ze zeleně, zahrad?

- a) Máme na zahradě kompostér
- b) Nezpracovávám, dávám ho do popelnice na SKO
- c) Jiné (zvolíte-li tuto variantu buďte konkrétní)

8. Máte u Vás hnědou popelnici?

- a) Ano
- b) Ne

9. Využíváte kompostér na své zahradě?

- a) Ano
- b) Ne

10. Pokud jej využíváte, jak často?

- a) Denně
- b) Několikrát za měsíc
- c) Méně než 1x měsíčně
- d) Nikdy

11. V jakých měsících ho nejčastěji využíváte?

- a) Celoročně
- b) V období vhodném pro kompostování (duben – listopad)
- c) Nikdy

12. Jak nakládáte s BRKO v měsících listopad–duben, když domácí kompostování nelze využít?

- a) Dávám do koše (SKO)
- b) Stále dávám do kompostéru
- c) Dávám domácím zvířatům ke konzumaci
- d) Nevyužívám kompostér

13. Biologicky rozložitelný komunální odpad je součástí komunálního odpadu (tvoří cca 45%). Je podle Vás důležité tento odpad separovat, aby nedocházelo k ukládání na skládky?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nevím, nejsem obeznámen s touto problematikou

14. Pokud ano, jaká by podle Vás měla být metoda odstraňování BRKO?

- a) Kompostování
- b) Anaerobní digesce (neboli bioplynové stanice, zjednodušeně je to rozklad odpadu bez přístupu vzduchu)
- c) Spalování

Velmi děkuji za Váš čas.

Prosím Vás touto cestou, o odevzdání na adresu:

Obec Laškov,

Laškov 101,

798 57

Poděkování

Největší dík patří vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Veronice Sassmanové, Ph.D. za absolutní vstřícnost a pomoc i přes nouzový stav ČR. Také bych chtěl poděkovat své rodině, která mě po celou dobu mého studia i v době psaní této práce plně podporovala.